This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

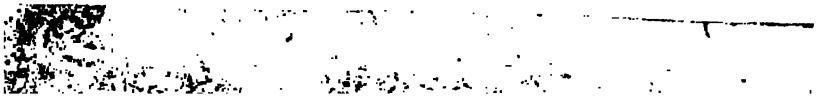
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274370 7



# Archiv

für

# Mineralogie, Geognosie, Bergbau

und

# Hüttenkunde.

---

Herausgegeben

von

Dr. C. J. B. Karsten

und

Dr. H. v. Dechen.

---

*Ein und Zwanzigster Band.*

---

Mit sechs Steindrucktafeln.

---

Berlin.

Gedruckt und verlegt bei G. Reimer.

1847.

TO [illegible]RK
PUB[illegible]ARY
159458A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1924 L

# Inhalt.

## Erstes Heft.

### I. Abhandlungen.

Seite

1. C. Bergemann, über die chemische Zusammensetzung einiger vulkanischen Gebirgsarten. . . . . 3
2. G. Karsten, hygrometrische Tabellen zur Anwendung bei Gebläsen und Gradirwerken. . . . . 49
3. v. Oeynhausen, Bemerkungen über die Anfertigung und den Effect der aus Hohleisen zusammengesetzten Bohrgestänge. . . . . 135

### II. Notizen.

1. Allgemeine Uebersicht der hypsometrischen Verhältnisse im Regierungsbezirk Coblenz, in orographischer und hydrographischer Beziehung. . . . . 161
2. J. Noeggerath, über ein Erdbeben im Rheinthale, vom 12. October 1845. . . . . 198
3. Jacob, über Zinkblechstreifen als Schutzmittel für eiserne Dampfkessel. . . . . 200

## Zweites Heft.

### I. Abhandlungen.

1. K. F. Böbert, über das Modumer Blaufarbenwerk in Norwegen. . . . . 207
2. de Berghes, Beschreibung der Umtriebsmaschinen und mechanischen Vorrichtungen bei dem Berg- und Hüttenwesen in den vereinigten Freistaaten von Mexico bis zu dem Jahre 1825. . . . . 293
3. Dieck, Bemerkungen über die Förder- und Wasserhaltungs-Dampfmaschinen auf den Kohlen- Zinn- und Kupfergruben Englands und Schottlands. . . . 363

Seite

4. Steinbeck, über die Rechtsverhältnisse der Zumuthungen nach preufsischen Berggesetzen, insbesondere in Schlesien. . . . . 439

II. Notizen.

1. C. J. B. Karsten, über die Steinsalzablagerung bei Stafsfurth und über das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge. . . . . 487
2. Hausmann, über eine im Muschelkalk der Wesergegend vorkommende von Kochsalz herrührende pseudomorphische Bildung im Muschelkalk. . . . . 494
3. C. J. B. Karsten, über die Carburete des Eisens. 500
4. Eck, Nachricht von der fast sechsjährigen Hüttenreise eines Koakshohofens in Oberschlesien. . . . 504
5. Brand, über die Anwendung des bei Gasen gereinigten Roheisens auf den Eisengiefsereien. . . . 512
6. Mineralienverkehr. . . . . 517

III. Literatur.

1. W. Dunker und H. v. Meyer Beiträge zur Naturgeschichte der Vorwelt. 1. Band 1ste Lieferung. . . 518
2. Barrande, notice préliminaire sur le système silurien et les trilobites de Bohême. . . . . 526
3. G. Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. . . . . 538
4. Memoirs of the geological Survey of Great Britain and of the Museum of economic Geology in London. 554
5. Leonhard, geognostische Skizze des Grofsherzogthums Baden. . . . . 571

Verbesserungen in Bd. 21. . . . . 574

# I.
# Abhandlungen.

## 1.
## Ueber die chemische Zusammensetzung einiger vulkanischen Gebirgsarten.

Von

Herrn C. Bergemann.

Obgleich die Erforschung der geognostischen Verhältnisse der Gegend zwischen der unteren Saar und dem Rheine wiederholt zum Gegenstande der Untersuchung gemacht worden ist, so weichen doch die aufgestellten Ansichten über die Beschaffenheit einzelner Gebirgsarten von einander ab. Eine ausführliche petrographische Charakteristik der dort auftretenden Trappgesteine hat Herr Steininger geliefert*); chemisch-mineralogische Untersuchungen derselben sind wenige vorhanden und beschränken sich überhaupt nur auf die Felsarten einzelner Punkte. Selbst mit zweifelhaften Gebirgsarten, die ein gröfseres Interesse darbieten, sind nur wenige Versuche angestellt worden; — so hat Vauquelin (Journ. de Phys. par de Lamétherie, Vol. 70. p. 432) den Trapp von Kirn zerlegt und Herr

*) Geognostische Beschreibung des Landes zwischen der unteren Saar und dem Rheine. Trier 1840. Dazu Nachträge 1841.

Steininger berechnet aus den Resultaten dieser Untersuchungen, dafs derselbe aus ungefähr 2 Theilen Albit, 1 Theil Hornblende, 1 Theil Magneteisen und freiem Eisenoxyde und 1 Theil magnesiahaltigem Kalk bestehe. Herr Steininger, dessen Untersuchungen wir grofsen Aufschlufs über die geognostischen Verhältnisse des Rheinlandes verdanken und der über das chemische Verhalten basaltischer und doleritischer Felsarten vielfache Versuche anstellte, hat auch mit dem für die dortige Gegend so wichtigen Gesteine vom Schaumberge analytische Untersuchungen vorgenommen und aus diesen den Schlufs gezogen, dafs dasselbe ein Gemenge von Titaneisen mit Albit bilde, und eine Gebirgsart darstelle, welche als ein neues Glied unter den vulkanischen Gesteinen betrachtet werden müsse, während andere Geognosten dasselbe für eine körnige Hornblende, für Augitporphyr, Augitfels, Melaphyr halten. Nach Hrn. Steininger's Ansicht schliefst aber die Felsart keine Hornblende ein, sondern bildet eine eigene bisher unberücksichtigt gebliebene Masse, welcher der Name Tholeit, von dem Städtchen Tholei, am Fufse des Schaumbergs, gegeben wurde.

Wenn auch diese verschiedenen Ansichten, so wie das abweichende Resultat, welches mir einzelne mit den Gebirgsarten angestellte Versuche gaben, an sich schon die Ausführung vollständigerer Analysen wünschenswerth machten, so hat mich doch besonders die Aufforderung des Herrn Berghauptmann von Dechen, solche vorzunehmen, um so mehr dazu bestimmen müssen, als ich hoffen darf, durch die neueren von Demselben angestellten Forschungen über die Trappgesteine jener Gegend, deren Resultate der Oeffentlichkeit nicht lange mehr werden entzogen bleiben, auch meiner Arbeit einen gröfseren Werth erwachsen zu sehen. Mit der Untersuchung dieser Gebirgsarten habe ich noch die Analysen von einigen anderen verbunden, von denen zu erwarten steht, dafs die Kenntnifs ihrer Zusammen-

setzung Aufschluſs über manche den vorliegenden Gegenstand berührende Verhältnisse geben würde.

Vollständige petrographische Beschreibungen der einzelnen Gebirgsarten jener Gegend sind zwar vorhanden; jedoch bei der Verschiedenheit der Resultate der früheren Analysen mit den meinigen sehe ich mich genöthigt, um Verwechselungen zu vermeiden, auch die äufsere Beschaffenheit des von mir Untersuchten hier kurz mit aufzuführen.

Da die untersuchten Gebirgsarten alle eine ähnliche Zusammensetzung besitzen, so konnte auch fast immer derselbe Gang der Analyse befolgt werden. Ich deute denselben hier an, da er im Wesentlichen mit der von Herrn Girard *) bei der Zerlegung der Basalte gewählten Methode übereinkommt; nur schien es mir nothwendig, die relativen Quantitäten von Eisenoxyd und Oxydul in den Felsarten durch Versuche direct zu bestimmen.

Die untersuchten Grünsteine bestehen wie die Basalte und Phonolithe aus einem Gemenge verschiedener Mineralien, von denen einige durch Säuren leicht aufgelöst oder doch zersetzt, andere aber gewöhnlich als unzersetzbar betrachtet werden, dies aber nur bis zu einem gewissen Grade sind. So wird durch eine kurze Behandlung eines solchen Steinpulvers mit einer schwachen Säure nur wenig zerlegt, während bei Anwendung einer concentrirteren Säure und durch längeres Digeriren wohl dem als unzersetzbar betrachteten Gemengtheil des Gesteins Kieselsäure entzogen und diese dem zersetzbaren Theile beigelegt werden kann. Es stellen sich für die Zusammensetzung des Rückstandes zufällig Verhältnisse heraus, welche sogar an bekannte Verbindung erinnern; der Schluſs würde aber ein anderer sein, wenn das Theilchen Kiesel-

*) De basaltis eorumque et vulcanorum rationibus Diss. Berol. 1840.

säure dem unzersetzbaren Antheile nicht entzogen worden wäre. Die abweichenden Ansichten, welche über die Natur mancher Gesteine aufgestellt werden, entspringen zuweilen aus einer solchen Deutung der Resultate der Analyse, indem für das sichere Erkennen der einzelnen Gemengtheile feste Anhaltspunkte oft schwer zu finden sind, und die Unsicherheit auch noch dadurch vermehrt wird, dafs die einzelnen Bestandtheile der eingeschlossenen Mineralien fast immer aus denselben oder anderen sie vertretenden Oxyden bestehen. So ziehen z. B. Säuren aus vielen vulkanischen Gesteinen Bestandtheile aus, welche gewöhnlich Natron in gröfserer Menge enthalten, aber Kali fehlt hier ebenfalls nicht. Die Entwickelung einer Formel aus den Resultaten der Analyse mufs dadurch unsicher werden. Daher ist es auch, ungeachtet vieler Untersuchungen, bis jetzt nicht gelungen, mit Sicherheit die Natur des Silikates zu ermitteln, welches durch eine Säure aus dem Basalte ausgezogen werden kann und welches einen oder vielleicht mehre Zeolithe bildet. Die Ermittelung der Zusammensetzung der Masse im Ganzen und die Berechnung der Bestandtheile auf Procente gewährt wenig Aufschlufs über die Natur der Gesteine und mufs bei solchen Gemengen auch fast immer verschieden ausfallen. Die Erkennung der einzelnen Mineralien in demselben ist zunächst Zweck der Untersuchung; die Bestimmung ihres quantitativen Verhältnisses würde dieser erst folgen. Mit gröfserer Sicherheit lassen sich aber die einzelnen Bestandtheile zur Berechnung der Zusammensetzung und Vertheilung der aufgefundenen Quantitäten zu bekannten Formen benutzen, wenn der von Herrn Gmelin bei der Untersuchung der Phonolithe gewählte Weg befolgt wird und die Gesteine in gröfseren Bruchstücken mit nicht zu concentrirter Salzsäure so lange digerirt werden, als diese eine Einwirkung zeigt. Der hinterbleibende Rückstand ist von einfacherer Zusammensetzung und läfst die Beantwor-

tung vieler Fragen mit gröfserer Sicherheit zu. Die mineralogische Beschaffenheit der einzelnen Gemengtheile tritt deutlicher hervor und oft bis zu einem überraschend hohem Grade. Es schien mir daher nicht überflüssig zu sein, die mit Säuren behandelten ganzen Massen in einzelnen Fällen hier kurz mit zu beschreiben.

Da die Gesteine, deren Untersuchung hier folgt, so wie andere, mit deren Analyse ich noch beschäftigt bin, als Hauptbestandtheil ein feldspathartiges Mineral enthalten, so untersuchte ich das Verhalten der Säuren gegen diese Silikate im geschlämmten Zustande, indem die darüber vorhandenen Angaben nicht ganz mit einander übereinstimmen. Labrador wird, wie bekannt, stark durch Chlorwasserstoffsäure angegriffen, durch gewöhnliche Säure jedoch nicht vollständig zerlegt, auch bei der Anwendung des feinsten Pulvers und bei langem Digeriren wollte es mir wenigstens nicht gelingen. Es wurde Labrador von verschiedenen Fundorten zu den Versuchen benutzt; das Verhalten blieb sich aber gleich. Bei der Anwendung dichter Gebirgsmassen, die Labrador enthielten, traten bei dem Digeriren, wenn gröbliches Pulver benutzt wurde, kleine glänzende und vollkommen durchsichtige Blättchen zuweilen hervor, woran sich das Irisiren des Labradors sogar oft bemerken liefs, die aber bei fortgesetztem Digeriren ihre Durchsichtigkeit bald verloren. Auf Oligoklas wirkt reine Salzsäure von gewöhnlicher Stärke ebenfalls ein. Diese zog aus dem feinen Pulver etwas Thonerde und Natron aus, während sich Kieselsäure abgeschieden haben mufste. Es war zu den Versuchen Oligoklas aus einem Granit benutzt worden und ebenso Bruchstückchen von einem freien Krystall. Selbst auf den Albit ist die Wirkung nicht ganz aufgehoben; auch hier zeigten sich in der, in der Siedhitze mit dem geschlämmten Pulver längere Zeit behandelten Salzsäure, Spuren von Thonerde und Natron, die sich aber bei der Anwendung von ge-

meinem Feldspath unter gleichen Umständen nicht fanden. Gemeiner und glasiger Feldspath wird selbst bei einer Temperatur von gegen + 200° C. von Chlorwasserstoffsäuren nicht angegriffen, wie mir zu anderen Zwecken angestellte Versuche zeigten, bei welchen die Säure längere Zeit über das erhitzte Pulver geleitet wurde. Die gröfsere oder geringere Feinheit des Pulvers, die Concentration der anzuwendenden Säure u. s. w. müssen natürlich auf den Grad der Einwirkung, da wo solche überhaupt stattfindet, von grofsem Einflusse sein. Zu verdünnte Säuren wirken selbst auf das zersetzbare Silikat in Gesteinen wenig, zu concentrirte greifen, wie die vorstehenden Versuche zeigen, auch oft den Hauptbestandtheil des unzersetzbaren Antheils an, wodurch zur unrichtigen Vertheilung der bei der Analyse erhaltenen Kieselsäure Veranlassung gegeben wird. Chlorwasserstoffsäure ist im Allgemeinen von stärkerer Einwirkung, Salpetersäure von geringerer; so gelang es mir z. B. durch diese aus dem Olivin bei gewöhnlicher Temperatur nur etwas Talkerde auszuziehen, während dieser, aus demselben Gestein entnommen, durch Chlorwasserstoffsäure, so wie besonders durch Schwefelsäure unter Gallertbildung vollständiger zersetzt wurde.

Die für die Analyse bestimmten Gebirgsmassen wurden nach sorgfältiger Untersuchung der einzelnen kleinen Bruchstücke mit der Lupe und unter Vermeidung aller Theilchen, woran sich Fremdartiges bemerken liefs, geschlämmt, und das scharf getrocknete von hyproscopischer Feuchtigkeit befreite Pulver mit Salpetersäure von 1,185 spec. Gew. digerirt, um die dadurch löslichen Theile auszuziehen. Die abfiltrirte Auflösung wurde zur Trockne verdampft u. s. w., mit einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure versetzt, und überhaupt Kieselsäure, Eisenoxyd und Thonerde nach den bekannten Methoden aus der Auflösung getrennt. Das Eisenoxyd, welches hierbei erhalten wurde,

war in den Gebirgsmassen selbst fast immer als kohlensaures Oxydul vorhanden; die Berechnung auf dieses Salz wurde aus der Menge des erhaltenen Oxydes vorgenommen. Magnesia enthielten die, durch Salpetersäure bereiteten Auflösungen nur zuweilen, und auch dann nur in sehr geringer Quantität. Nach der Trennung des Eisenoxydes und der Thonerde, so wie der alkalischen Erden, wurden in der Auflösung die Alkalien bestimmt. Die Flüssigkeit wurde bis zur Trockne verdampft und der Rückstand zur Entfernung der Ammoniaksalze in einer Platinschaale geglüht und darauf gewogen, durch einige Tropfen Wasser wieder gelöst und die unlöslichen Flocken, welche zuweilen hinten blieben und aus Talkerde bestanden, getrennt, und besonders bestimmt. Das Kali wurde in der Auflösung durch Platinchlorid ermittelt, die Menge des Natrons aus der Gewichtsdifferenz berechnet.

Der Rückstand, welcher nach der Behandlung mit Salpetersäure hinterblieben war, wurde mit kohlensaurem Natron ausgekocht, um den nicht gelöfsten Theil der Kieselsäure aus der zersetzten Verbindung zu bestimmen. Kalilauge, selbst verdünntere, wie sie für diesen Zweck neuerlich vorgeschlagen wurde, durfte nicht angewendet werden, da diese Kieselsäure aus den unzersetzten Silikaten auszog, und selbst die Auflösung des kohlensauren Natron greift den Rückstand stark an, wenn sie zu concentrirt benutzt und das Auskochen zu oft wiederholt wird.

Nach der Trennung der Kieselsäure wurde der hinterbleibende Theil der Gebirgsmasse mit Chlorwasserstoffsäure von 1,110 spec. Gew. digerirt. Dadurch löste sich das Magneteisen. Olivin wurde da, wo er sich fand, ebenfalls zersetzt, aber auch der durch Säure nicht zerlegbare Theil des Gesteins mehr oder weniger angegriffen. Das Eisen in der Auflösung wurde vollständig oxydirt und die Quantität desselben, so wie die der übrigen Stoffe der Auflösung bestimmt.

Wenn in der Auflösung sich Magnesia fand, mufste die Gegenwart von fein vertheiltem Olivin in dem Gestein vermuthet werden. Die relativen Quantitäten von Eisenoxyd und Eisenoxydul waren daher hier durch besondere Analysen zu ermitteln. Das Eisenoxyd wurde mit so viel Eisenoxydul in Berechnung gebracht, dafs daraus Magneteisen $\dot{F}e\,\ddot{F}e$, entsteht. Blieb ein Ueberschufs von Oxydul und hatte die Analyse zugleich die Gegenwart der entsprechenden Quantität von Magnesia nachgewiesen, so wurden sie als Drittelsilikate berechnet, wodurch die Menge des Olivins gegeben war.

Nach der Trennung des Magneteisens durch Chlorwasserstoffsäure wurde der Rückstand wieder mitk ohlensaurem Natron ausgekocht, und immer fand sich ein wenig Kieselsäure ausgeschieden, die theils von der Zusammensetzung des Olivins, theils von dem Hauptbestandtheil des Rückstandes herrühren mufste und diesem, nach Abzug des dem Olivin zukommenden Theils, beigerechnet wurde.

Der Theil des Steinpulvers, welcher auch durch Chlorwasserstoffsäure nicht zerlegt war, wurde nun gewöhnlich für zwei Analysen verwendet. Die eine wurde durch Flufssäure ausgeführt, besonders zur Bestimmung der Alkalien, die andere durch Aufschliefsen mit kohlensaurem Kali und Natron. Bei der Berechnung der Zusammensetzung dieses Theils des Gesteins wurde von der Ansicht ausgegangen, dafs das Natron in seiner ganzen Menge sich in dem einen Bestandtheile befinde, der durch sein äufseres Verhalten sowohl, wie bei den Löthrohrversuchen sich schon als Labrador zu erkennen gegeben hatte. Die Gegenwart des Kali weisen die Analysen hier ebenfalls oft nach; dasselbe steht aber zu dem Natron in keinem bestimmten Verhältnisse und die Menge desselben ist so gering, dafs ich wohl, ohne einen grofsen Fehler zu begehen, bei der Bestimmung des Natronsilicates es diesem beirechnete.

Der Wassergehalt in den untersuchten Felsarten ist

ein sehr verschiedener. Da wo ich denselben als hygroscopische Feuchtigkeit betrachte, ist es angegeben, sonst befindet sich dasselbe mit dem Silikat des Gesteins in Verbindung, welches schon durch Salpetersäure zerlegt wird.

Quantitative Versuche haben hin und wieder auch die Gegenwart des Titans in dem Magneteisen der Gebirgsarten angezeigt. Die Menge desselben war aber äufserst gering und ich habe dasselbe quantitativ nicht bestimmt. Das Pulver der Gebirgsart wurde mit kohlensaurem Natron geglüht und die durch Chlorwasserstoffsäure in der Kälte bereitete Auflösung bei mäfsiger Wärme zur Scheidung der Kieselsäure eingedampft, die durch Chlorwasserstoffsäure löslichen Stoffe aber wieder aufgenommen und die Flüssigkeit mit Ammoniak versetzt, der entstehende Niederschlag getrocknet und geglüht. Bei der Behandlung desselben mit Chlorwasserstoffsäure löste sich bis auf Spuren alles auf. Diese wurden zur Anstellung von Löthrohrversuchen benutzt. Der Erfolg war derselbe, als das geschlämmte Pulver der Gebirgsmassen mit Chlorwasserstoffsäure bei Anwendung mäfsiger Wärme länger digerirt und die Auflösung zur Ermittelung des Titans benutzt wurde. Hierbei bildete sich aber bei einzelnen Gesteinen, selbst bei Anwesenheit einer sehr geringen Menge eines wie es schien zeolithartigen Minerals zuweilen eine Kieselgallerte. Die Löthrohrversuche zur Bestimmung des Titans wurden in der bekannten Weise mit Anwendung des Phosphorsalzes ausgeführt, und das Magneteisen zu diesem Zweck aus dem gröblichen Gesteinspulver durch den Magnet ausgezogen.

Da verschiedene Gesteine, welche unsern Gebirgsmassen nahe stehen, Phosphorsäure enthalten, so war ich veranlafst auf die Gegenwart derselben auch hier alle Rücksicht zu nehmen. Zur quantitativen Bestimmung derselben wurde das zu untersuchende Pulver mit kohlensaurem Natron zusammengeschmolzen und die Masse darauf mit Was-

ser behandelt, die Auflösung sauer gemacht, die Kohlensäure durch Sieden vollständigst entfernt, mit Ammoniak übersättigt, die klare Auflösung in einem fest zu verschliefsenden Gefäfse mit Chlorcalciumsolution versetzt und die Phosphorsäure in dem entstehenden Niederschlage besonders bestimmt. Bei vergleichenden qualitativen Versuchen wurde ferner das mit Soda gemengte Pulver des Gesteins in einem Platinlöffel geschmolzen, die erkaltete Masse mit Wasser behandelt und die klaren Theile der Flüssigkeit in einem Gläschen mit Essigsäure übersättigt, die Flüssigkeit darauf bei Siedehitze eingedampft, und in den Rückstand ein Stückchen krystallisirtes salpetersaures Silber gelegt, wo bei der Anwesenheit der geringsten Menge von Phosphorsäure sich langsam der bekannte gelbe Niederschlag absetzte.

Gestein vom Schaumberge. Die Höhe des Schaumberges wird durch eine Felsart gebildet, welche dem grobkörnigen Dolerit am meisten gleicht. Die einzelnen Gemengtheile, deren verschiedene wahrgenommen werden können, sind schwierig in der ganzen Masse zu erkennen. Die Felsart erscheint bräunlich- oder grünlichschwarz und besteht aus einer Anhäufung von krystallinischen Theilchen, die, durch die Lupe betrachtet, sich bald blättrig bald nadelförmig zeigen und von denen einzelne durch eine rein schwarze Farbe und durch höheren Glanz sich auszeichnen. Andere Theilchen erscheinen gelblich, durchscheinend und besitzen ebenfalls eine krystallinische Structur. Grünlich gelbe, dem Olivin ähnliche Punkte bemerkt man zwar hin und wieder, jedoch so selten, dafs sie mechanisch getrennt werden können und mit Leichtigkeit von dem Material zu sondern sind, was für die Ausführung der Analyse bestimmt wird. Auch diese Theilchen halte ich nicht für Olivin, sondern sie kommen nach einigen Löthrohrversuchen zu schliefsen mit der Grundmasse des Gesteins überein. Die Härte der Felsart ist ungefähr die

des Quarzes; das spec. Gewicht = 2,7504. Von dem Magnet werden von dem groblichen Pulver einzelne schwarze Theile angezogen, andere nicht. Die ersteren gaben sich als Magneteisen zu erkennen, die anderen bestehen aus Augit. Vor dem Löthrohr wird die Felsart nur an den äufsersten Kanten geschmolzen und bei der Behandlung mit Flufsmitteln zeigen sich die gewöhnlichen Eisenreactionen. Werden von dem gröblichen Pulver die von dem Magnet angezogenen Theile mit dem Löthrohr für sich untersucht, so verhalten sie sich wie gewöhnliches Magneteisen $\dot{F}e\,\ddot{F}e$. Einen gröfseren Titangehalt, der für dieses Gestein etwas Charakteristisches ausmachen könnte, habe ich nicht finden können. Hr. Steininger*) nimmt gegen 18 Proc. Titaneisen darin an. Nur zuweilen zeigten sich mir bei einzelnen Versuchen Spuren desselben. Die Erscheinungen, welche einen solchen vermuthen liefsen, konnte ich nicht auffinden, selbst als ich die Versuche ganz in der Art wiederholte, wie sie von Hrn. Steininger nach der Angabe von Berzelius (über die Anwendung des Löthrohrs. 3. Auflage p. 189) angestellt wurden. Titan mufs demnach sehr ungleichförmig in dem Gestein verbreitet sein. Werden die schwarzen Theile, welche auf den Magnet keine Wirkung zeigen, zu den Versuchen benutzt, so verhalten sie sich ganz wie Augit und Hornblende.

Durch anhaltendes Glühen verliert das bei + 100 ° C. getrocknete Gestein 3,448 Proc. an seinem Gewichte und nimmt eine braunere Farbe an. Empyreumatische und ammoniakalische Theile entweichen dabei nicht, eben so wenig wie saure Dämpfe. Dagegen habe ich dieselbe Bemerkung wie Hr. Steininger gemacht, dafs das feine Pulver mit Wasser übergossen diesem nach einiger Zeit eine alkalische Beschaffenheit ertheilt.

Wird ein gröfseres Bruchstück des Gesteins längere

*) a. a. O.

Zeit mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, so hinterbleibt nach gehörigem Auswaschen, eine blendend weifse Masse, in welcher schwarze, stark glänzende Körnchen und Nadeln, die auf die Magnetnadeln nicht wirken, sehr ungleichförmig verbreitet sind und die aus Augit bestehen. Wird auch geschlämmtes Pulver zu dem Versuche benutzt, so wird doch kein reiner weifser Rückstand erhalten, indem unter der sich abscheidenden Kieselsäure eine Lage des grauen augithaltigen Gesteins sich befindet.

In dem Schaumberger-Gestein sind enthalten:
24,587 durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbare Antheile
75,413 durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbare Antheile.

Bei einem anderen Versuche war das Verhältnifs:
29,25 Proc. zersetzbare Theile und
70,75 Proc. nicht zersetzbare Theile

Die Zusammensetzung ist in 100 Theilen folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 9,13 | |
| Thonerde | 1,09 | |
| Natron | 0,19 | 24,58 durch Salzsäure zersetzbar. |
| Wasser | 0,75 | |
| Kohlensaures Eisenoxydul | 7,84 | |
| Kohlensaurer Kalk | 1,30 | |
| Titanhaltiges Magneteisen | 4,28 | |
| Kieselsäure | 40,16 | |
| Thonerde | 21,25 | |
| Kalkerde | 9,79 | 75,35 durch Salzsäure nicht zersetzbar. |
| Talkerde | 0,64 | |
| Eisenoxydul | 0,33 | |
| Natron | 3,16 | |
| Kali | 0,02 | |
| | = 99,93 | |

oder für diesen letzteren Theil:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . | 53,258 Proc. |
| Thonerde . . . | 28,188 - |
| Kalkerde . . . | 12,996 - |
| Talkerde . . . | 0,864 - |
| Eisenoxydul . . . | 0,450 - |
| Natron . . . . | 4,207 - |
| Kali . . . . . | 0,037 - |
| | = 100,000 Proc. |

In dem durch Säure zersetzbaren Antheil befindet sich also kohlensaures Eisenoxydul nebst kohlensaurer Kalkerde und titanhaltiges Magneteisen und aufserdem ein Silikat, welches nach Procenten berechnet folgende Zusammensetzung haben würde:

| | | Sauerstoff |
|---|---|---|
| Kieselsäure . . | 81,81 . . | 42,45 |
| Thonerde . . . | 9,77 . . | 4,56 |
| Natron . . . . | 1,70 . . | 0,43 |
| Wasser . . . . | 6,72 . . | 5,97 |
| | 100,000. | |

Wird angenommen, dafs in dem weifsen Theile des Gesteins, welcher durch Säure nicht oder weniger zersetzt wird und der die Hauptmasse des Ganzen bildet, sich die ganze Menge des Alkalis befindet, und dieses sich mit Kieselsäure, so wie die Kalkerde zur neutralen Verbindung vereinige, die Thonerde dagegen als drittelkieselsaures Salz, so stellt sich folgendes Verhältnifs heraus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure . . | 50,158 | enthalten | O. 26,06 |
| Thonerde . . | 27,895 | - | 13,02 |
| Kalkerde . . . | 11,595 | - | 3,25 |
| Natron mit Sp. Kali | 4,244 | - | 1,08 |
| | 93,892 | | |

wodurch mithin die Zusammensetzung des Labrador $(\dot{C}a, \dot{N}a, \dot{K})\,\ddot{S}i. + \ddot{A}l.\,\ddot{S}i.$ gegeben wäre.

Nach dieser Aufstellung würde noch übrig bleiben:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Kieselsäure . . . | 3,100 | enthalten O. | 1,610 | |
| Thonerde . . . . | 0,393 | - | 0,018 | 0,847 |
| Kalkerde . . . . | 1,400 | - | 0,393 | |
| Talkerde . . . . | 0,864 | - | 0,334 | |
| Eisenoxydul . . . | 0,450 | - | 0,102 | |
| | = 6,207 | | | |

Das Sauerstoffverhältnifs in der schwarzen Masse, welche durch Säure nicht angegriffen wird, ist also zwischen Säure und Basen fast wie 2:1, wodurch die oben ausgesprochene Ansicht eine Rechtfertigung findet, dafs dieser Theil aus Augit besteht, der auch durch seinen Thongehalt mit den Augiten anderer vulkanischer Gebilde übereinkommt.

Die Zusammensetzung des Gesteins vom Schaumberge ist demnach folgende:

| | | |
|---|---|---|
| 4,375 | Magneteisen | |
| 9,040 | kohlensaures Eisenoxydul<br>kohlensaurer Kalk | 24,587 durch S. zersetzbar. |
| 11,172 | Silikat | |
| 4,607 | Augit | 75,413 durch S. nicht zersetzbar. |
| 70,806 | Labrador | |

Der durch Säure nicht zersetzbare Rückstand des Gesteins, welcher also gegen Dreiviertheil des Ganzen ausmacht, giebt über die mineralogische Beschaffenheit der Felsart einen so vollständigen Aufschlufs, dafs ich eine kurze Beschreibung desselben hier nicht unterlassen darf.

Wird ein gröfseres Bruchstück mit Chlorwasserstoffsäure ausgekocht und darauf durch kochendes Wasser gehörig gereinigt, so hinterbleibt eine Grundmasse von blendend weifser Farbe, die also aus Labrador besteht, in welcher kleine Augitkrystalle, ungleichförmig verbreitet, eingeschlossen sind. Die Härte der Grundmasse ist an der Oberfläche des Bruchstücks durch die Einwirkung der Säure

etwas vermindert, die Festigkeit des Ganzen dagegen nur wenig verändert, indem die Säure nicht tief in die Masse einwirken kann. Einzelne Krystalle scheinen kleine sechsseitige Prismen zu bilden, jedoch finden sich auch Verwachsungen und an einzelnen durchscheinenden zeigte sich selbst das Farbenspiel des Labradors. Vor dem Löthrohr ist die Masse leichter schmelzbar als Feldspath, jedoch die äufsersten Kanten der kleinen Splitter rundeten sich ohne Aufblähen nur ab. Die kleinen glänzenden Augitkrystalle scheinen, durch die Lupe betrachtet, geschobene vierseitige Prismen zu bilden, die der Länge nach gestreift sind, und bei einer dunkelbraun-grünen Farbe Durchscheinenheit besitzen. Vor dem Löthrohr sind sie sehr schwer und nur an den äufsersten Kanten in der Platinzange schmelzbar. Die Verbindung der Augitkrystalle mit dem Labrador ist scharf, und der Zusammenhang zwischen beiden ziemlich grofs; die einzelnen Krystalle lassen sich daher nur schwierig lösen. Zuweilen sind die gestreiften Seitenflächen derselben mit der Masse des Labradors so ausgefüllt, oder auch mit kleinen Körnchen so überzogen, dafs jene wie verglast erscheinen. Die Verbreitung des Augits in der Grundmasse ist sehr ungleichförmig; einzelne Stellen erscheinen ganz weifs, andere wie dicht punktirt. Einzelne gröfsere bestimmbare Krystalle sind selten; die gröfsten, welche ich zu sehen Gelegenheit hatte, waren etwa $\frac{1}{2}$ Linie lang; im Allgemeinen sind sie immer kleiner als die Nadeln und Blättchen des Magneteisens, welche sich in dem verwitterten Gesteine besonders deutlich zu erkennen geben. Das relative Verhältnifs zwischen Augit und Labrador mufs daher auch immer ein sehr verschiedenes sein. Uebrigens zeigen sich auch in der mit Säure ausgekochten Felsart kleine Höhlungen offenbar von der Entfernung der kohlensauren Salze herrührend, welche mit dünnen Labradorblättchen überzogen sind und leicht zu Täuschungen Veranlassung geben können. Beiläufig mache

ich noch auf die grofse Aehnlichkeit aufmerksam, welche diese aus Labrador und Augit bestehenden Massen mit manchen Meteorsteinen besitzen.

An dem westlichen Abhange des Schaumberges findet sich ein krystallinisches Gestein von braungelber Farbe, welches aus einer Anhäufung von gelblichen, bräunlichen und schwarzen Theilen besteht. Die letzteren sind meistentheils scharf getrennt und bilden glänzende Blättchen und Nadeln. Die gelblichen und bräunlichen Theile lassen oft einen Blätterdurchzug bemerken und sind durchscheinend, stellenweise aber auch erdig, und haben hier das Ansehen einer mit Eisenoxyd stark imprägnirten Masse. Das ganze Gestein besitzt keine grofse Festigkeit, und befindet sich offenbar in einem Zustande der Verwitterung. Von den schwarzen Theilen werden einige vom Magnet angezogen, andere nicht. Vor dem Löthrohr verhält sich das Gestein sowohl im Ganzen, wie in seinen einzelnen Theilen wie die Felsart, welche die Kuppe des Schaumberges bildet. Dasselbe gilt auch von dem Titangehalte, auf welchen ich mehrere der abgeschiedenen schwarzen Schuppen, die sich leicht aus dem gröblichen Pulver durch den Magnet trennen liefsen, untersuchte.

Durch anhaltendes Glühen verliert das Gestein 6,7 Proc. an Gewicht und färbt sich dabei rothbraun.

Gegen Säuren ist das Verhalten ebenso wie oben angegeben wurde. Sind die auflöslichen Bestandtheile durch Chlorwasserstoffsäure getrennt, so hinterbleibt ein weifser Rückstand, der aus Labrador besteht, in welchem Augitkrystalle eingeschlossen sind.

Die Analyse wurde in der angegebenen Weise ausgeführt, nur bemerke ich, dafs Salpetersäure eine gröfsere Menge Eisenoxydhydrat aus der verwitterten Felsart auszieht.

Das Gestein besteht in 100 Theilen aus:

29,325 Proc. durch Chlorwasserstoffsäure zersetzten Theilen
70,675 - desgl. nicht zersetzten Theilen.

Die Zusammensetzung ist in der ganzen Masse folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 9,33 | 29,32 durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar. |
| Thonerde | 1,07 | |
| Eisenoxydhydrat | 11,51 | |
| Kohlensaurer Kalk | 1,32 | |
| Natron | 0,01 | |
| Wasser | 1,68 | |
| Magneteisen mit Spuren von Titan | 4,40 | |
| Kieselsäure | 38,89 | 70,67 durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbar |
| Thonerde | 20,17 | |
| Kalk | 7,63 | |
| Magnesia | 0,32 | |
| Eisenoxydul | 0,87 | |
| Natron mit Spuren von Kali | 2,79 | |
| | 99,99. | |

In dem durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbaren Theil der Felsart finden sich also dieselben Mineralsubstanzen wieder, wie sie durch die vorstehende Analyse in der Felsart von der Kuppe des Schaumberges nachgewiesen sind.

Kohlensaures Eisenoxydul ist hier ganz verschwunden, an die Stelle desselben aber Eisenoxydhydrat getreten. Auch das Natron ist bis auf eine geringe Quantität entfernt, während das Verhältnifs der übrigen Stoffe sich ungefähr gleich geblieben ist.

Auch in dem durch Säure nicht zersetztem Theile des Gesteins finden sich, wie auch der Augenschein schon zeigt, Labrador und Augit wieder, und eine Berechnung nach der oben ausgesprochenen Annahme giebt auf 70,67 Proc. der Masse 61,26 Theile Labrador und 9,41 Theile Augit. Die Verwitterung der Gebirgsart erstreckt sich also

besonders auf den Theil derselben, der auch schon von Säuren leichter zerlegt wird.

Die Zusammensetzung ist im Ganzen folgende:

| | | |
|---|---|---|
| 4,45 Magneteisen<br>11,51 Eisenoxydhydrat<br>1,32 kohlens. Kalk | 29,30 | durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar. |
| 12,04 Silikat | | |
| 9,41 Augit<br>61,26 Labrador | 70,67 | durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbar. |

Die Analyse zeigt also, dafs die Felsart, so wie sie den westlichen Abhang des Schaumberges bildet, ursprünglich dieselbe Zusammensetzung hatte, wie die Kuppe, und dafs sie sich in einem Zustande der Verwitterung befindet, wodurch der Zusammenhang vermindert, kohlensaures Eisenoxydul und Oxydhydrat umgewandelt, und das Natron zunächst entfernt worden ist.

Die durch Säure ausgekochten gröfseren Bruchstücke kamen ganz mit denen überein, welche oben beschrieben sind, nur zeigten sich hier oft längere Labrador- und Augitnadeln und die ungleichförmige Verbreitung des letzteren war noch gröfser.

Einige gröfsere Bruchstücke des Schaumberger Gesteins versuchte ich im Thontiegel in Flufs zu bringen, jedoch vollständig wollte es nicht gelingen. Die äufseren Theile schmolzen zu einem grünlich-gelben durchsichtigen Glase zusammen, bildeten bis zu einer gewissen Tiefe Höhlungen, während die mittleren Theile dagegen nicht geflossen waren; diese bekamen aber durchweg einen höheren Glanz und besonders die augitischen Massen nahmen ein schlackiges Ansehen an.

**Gestein in schwarzen kugelförmigen Absonderungen vom Schaumberge.** Ferner untersuchte ich eine Felsart, welche am Schaumberge, auf dem Wege, der von Tholei nach Thelei führt, gesammelt war. Dieselbe kommt hier, wie an anderen Stellen des Schaumberges, in

kugelförmigen Absonderungen von verschiedener Gröfse vor, die verwittern und zu einer bräunlichen von Eisenoxyd gefärbten Masse zerfallen. Hr. Steininger*) hat das Vorkommen dieses Gesteins vollständigst beschrieben, ebenso Herr Warmholz**), weshalb ich auf jene Abhandlungen verweisen kann.

Gegenstand der chemischen Untersuchungen war der unverwitterte Kern dieser Kugeln. Er bildet eine graue oder graugrüne Masse von aufserordentlicher Festigkeit, und ist durch Anhäufung sehr kleiner krystallinischer Theilchen, die sich durch ein schillerndes Ansehen zu erkennen gaben, entstanden. Durch die Lupe betrachtet stellt das Gestein ein sehr inniges Gemenge von weifsen und schwarzen Theilchen dar. Fremdartiges ist selten zu bemerken; so zeigen sich nur zuweilen schwarze glänzende Blättchen, die ohne Zweifel aus Augit oder Hornblende bestehen und hin und wieder einzelne kleine weifse Pünktchen, welche Säuren nicht anzugreifen scheinen. Auf die Magnetnadel wirkt das Gestein entschieden ein; das spec. Gewicht ist = 2,837. Vor dem Löthrohr ist die Masse sehr schwer und nur an den Kanten schmelzbar, wobei die Bruchstückchen eine braune Farbe annehmen. Beim Zusammenschmelzen mit den Flufsmitteln giebt sich besonders Eisen zu erkennen, und durch kohlensaures Natron Kieselsäure.

Salpetersäure greift das Gestein wenig an, Chlorwasserstoffsäure dagegen zieht Eisen in grofser Menge aus, und nach anhaltendem Digeriren bleibt eine weifse Masse zurück, welche aus einer Anhäufung kleiner durchscheinender Körnchen besteht. Durch starkes Glühen verloren 4,45 Gran des Gesteins nur 0,10 oder 2,02 Proc. an Gewicht, von hygroscopischer Feuchtigkeit. Empyreumatische Theile waren dabei nicht zu bemerken.

---

*) l. c. p. 104 und Nachträge p. 24. **) l. c. p. 385. 39.

Der Kern der Kugeln hat folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . | 42,72 Proc. |
| Eisenoxyd . . . . | 18,64 – |
| Thonerde . . . . . | 23,76 – |
| Kalkerde . . . . . | 9,88 – |
| Natron mit einer Spur Kali . . . . . | 3,61 – |
| Wasser . . . . . | 2,02 – |
| | = 100,63 Proc. |

Sowohl die mineralogische wie die chemische Beschaffenheit des Gesteins zeigt, dafs das als Oxyd bestimmte Eisen zum Theil als Oxydul in der Masse und zwar in der Verbindung von Magneteisen vorhanden ist. Die Menge von diesem beträgt 18,21 Proc.

Für den Hauptbestandtheil des Gesteins bleibt also übrig:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure . . | 42,72 | enthalten O. | 22,17 |
| Thonerde . . . | 23,76 | – | 11,09 |
| Kalkerde . . . | 9,88 | – | 2,77 |
| Natron . . . . | 3,61 | – | 0,92 |
| | = 79,97 | | |

wonach mithin auch dieser aus Labrador besteht. Der Kern der Kugeln würde mithin aus einem Gemenge von ungefähr drei Viertel Labrador gegen ein Viertel Magneteisen bestehen.

Hr. Steininger*) beschreibt unter No. 6. ein Trappgestein von Aufsen bei Bettingen in der Gegend von Lebach, von 2,62 spec. Gewicht, welches mit den von mir untersuchten kugelförmigen Absonderungen äufserlich in dem Grade übereinstimmt, dafs ich dasselbe für ganz etwas Aehnliches halten möchte. Hr. Steininger betrachtete diese zuerst für Diallag in weifsem Feldspath gehaltene Masse, als ein Gemenge von glasigem Feldspath und

*) l. c. No. 104.

Eisenoxyd und später als eine Varietät des Tholeiits. Die Ursache der Färbung liegt nur in der Eisenverbindung; ist diese aus dem Gesteine getrennt, so bleibt die weifse Grundmasse allein zurück, die selbst in gröfseren Bruchstücken nur selten einzelne Blättchen von Augit oder Hornblende einschliefst, und welche mithin den wesentlichen Bestandtheilen des Gesteins nicht beigezählt werden kann. Auffallend erscheint es übrigens, dafs das Gestein von Aufsen so wenig Magneteisen gegen das vom Schaumberge enthalten soll, um selbst nicht einmal eine Wirkung auf die Magnetnadel ausüben zu können.

Gestein vom Martinstein bei Kirn. Die äufsere Beschaffenheit dieses Gesteins kommt fast ganz mit der des Schaumberges überein, nur erscheint es in der frischen Bruchfläche von einem etwas reineren Grau, und das blättrige Gefüge der einzelnen, die Grundmasse bildenden kleinen Krystalle ist vielleicht ein wenig vollkommener. Spec. Gew. = 2,748. Ausscheidungen von rein schwarzer Farbe, wie sie an der Felsart des Schaumberges häufiger vorkommen, finden sich hier nur selten. Bei der Behandlung mit dem Löthrohr konnte ich keine Verschiedenheit zwischen beiden bemerken, nur ist dieses etwas schmelzbarer. Nach dem Digeriren mit Chlorwasserstoffsäure bleibt eine grauweifse Masse zurück, in welcher sich wenige fremde Einschliefsungen befinden. Diese Grundmasse bildet eine innige Anhäufung kleiner Krystalle, die im Allgemeinen gröfser sind als die des Schaumberges. Der Blätterdurchgang ist bei vielen ausgezeichnet und hier zeigt sich oft das dem Labrador eigenthümliche Farbenspiel. In dieser Masse finden sich hin und wieder kleine durchscheinende Krystalle von gelblich grüner Farbe, die ebenfalls einen Blätterdurchgang bemerken lassen, von Säure nicht angegriffen werden, und aus Augit bestehen; sie sind nur in geringer Menge vorhanden und ihre Farbe weicht wenig von der der Grundmasse ab, weshalb sie leicht übersehen werden

können. Die quantitative Analyse giebt über ihre Natur sichern Aufschlufs. Der durch Chlorwasserstoffsäure unzersetzbare Theil des Gesteins vom Martinstein erscheint dadurch so verschieden von dem des Schaumberges, dafs beide auf den ersten Blick von einander zu unterscheiden sind.

Kalte Salpetersäure wirkt wenig ein, kochende dagegen zersetzt den natronhaltigen Bestandtheil; es entwickelt sich dabei ein wenig Kohlensäure, die mit Eisenoxydul und Kalkerde verbunden war. Auch durch Essigsäure sind diese Basen schon auszuziehen. Talkerde dagegen fand sich in der mit Salpetersäure bereiteten Auflösung nicht. Aus dem Rückstande wurde durch Chlorwasserstoffsäure besonders Magneteisen ausgezogen, und ein weifses lockeres Pulver, aus Kieselsäure bestehend, mit unzersetzten weifsen Pulvertheilen des Gesteins hinterblieb. Auf die Gegenwart des Titans wurde auch hier alle Rücksicht genommen, jedoch es fand sich nur, wie bei dem Schaumberger Gestein, zuweilen in einzelnen Körnchen des Magneteisens, die aus dem gröblichen Pulver getrennt waren, keinesweges aber in diesem als ein constanter Bestandtheil.

100 Theile bestehen aus 70 Theilen, welche durch Chlorwasserstoffsäure nicht angegriffen werden und aus 30 Theilen, welche durch diese Säure zerlegbar sind.

Die Zusammensetzung ist folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 13,73 | |
| Thonerde | 3,25 | |
| Natron | 0,25 | 29,98 durch |
| Wasser | 0,75 | Chlorwasserstoff |
| Kohlensaures Eisenoxydul | 3,75 | zersetzbar. |
| Kohlensaurer Kalk | 2,00 | |
| Titanhaltiges Magneteisen | 6,26 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 37,03 | | |
| Thonerde . . . . . | 19,22 | | |
| Kalkerde . . . . . | 10,26 | 70,15 | durch |
| Magnesia . . . . . | 0,68 | | Chlorwasserstoff |
| Eisenoxydul . . . . . | 0,04 | | nicht zersetzbar. |
| Natron . . . . . | 2,80 | | |
| Kali . . . . . | 0,12 | | |
| | = 100,13 | | |

Bei der Berechnung der Zusammensetzung des unlöslichen Theils ging ich von der Ansicht aus, dafs die Grundmasse aus Labrador bestehe, und berechnete die Menge desselben von den 2,80 Natron, unter Berücksichtigung der 0,12 Proc. Kali, nach der bekannten Formel:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natron . . . . | 2,92 | enthalten O. | 0,74 |
| Kieselsäure . . | 34,50 | - | 17,92 |
| Thonerde . . | 19,19 | - | 8,96 |
| Kalkerde . . . | 7,97 | - | 2,23 |
| | 64,58 | | |

als Rückstand bleibt also nur:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 2,50 Proc. |
| Kalkerde . . . . . | 2,29 - |
| Magnesia . . . . . | 0,68 - |
| Eisenoxydul . . . . . | 0,04 - |
| | = 5,51 Proc. |

wo sich in den Basen ungefähr halb so viel Sauerstoff findet, als in der Kieselsäure enthalten ist, und wonach also dieser Theil der Masse aus einem Kalk-Augit bestehen würde.

Das Gestein vom Martinstein hat mithin folgende Zusammensetzung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlensaures Eisenoxydul und Kalk . . | 5,75 | 29,97 | durch Chlorwasserstoff- |
| Silikat . . . . | 17,97 | | säure zersetzbar. |
| Titanh. Magneteisen | 6,25 | | |

Augit . . . 5,51 } 70,09 durch Chlorwasserstoffsäure
Labrador . . 64,58 } nicht zersetzbar.

Von diesem Gestein brachte ich in einem Thontiegel ein gröfseres Bruchstück durch scharfes Gebläsefeuer in Flufs. Die geschmolzene Masse bildete ein gelblich grünes durchsichtiges Glas, welches eine grofse Menge Blasenräume von verschiedener Gröfse einschlofs. Fremde Einschliefsungen waren in demselben kaum zu bemerken, die Härte zeigt sich etwas gröfser als die des Quarzes. Die äufserste Fläche der geschmolzenen Masse bildete ein dünnes Häutchen von Eisenoxydoxydul. Kleine Eisenreguli hatten sich an den Wänden des Tiegels hin und wieder abgesetzt. Abscheidungen von Titan konnte ich aber nirgends entdecken. Es wurden die Schmelzversuche mit dieser Masse, so wie mit der vom Schaumberge besonders in der Absicht angestellt, um über die Entstehung der dichten schwarzen Trappmasse, wie sie sich besonders am Weisselberge findet, welche aber als Grundbestandtheil nicht Labrador, sondern Albit enthält, Aufschluss zu erlangen.

Gestein vom Weisselberge. Am Weisselberge bei Oberkirchen findet sich eine durch seine Aehnlichkeit mit dem Pechsteine ausgezeichnete Masse, hier meist in Gestalt grofser vollkommener Säulen; in der Gegend von Rechweiler bei Oberkirchen dagegen mehr unregelmäfsig zerklüftet. Nach Herrn Steininger's Untersuchungen besteht dieses Gestein in seiner Grundmasse entweder aus Albit und Magneteisen, oder es enthält auch Olivin, Granat, Hornblende, den Trappite Brongniarts bildend.

Das von mir zur Analyse benutzte Bruchstück war von dichter Beschaffenheit, kohlschwarzer Farbe, grofsmuschlichem Bruche, fettglänzend und zeigte überhaupt mit dem Pechsteine, namentlich mit dem von Meifsen eine grofse Aehnlichkeit. In dem Gesteine zeigen sich viele weifse Punkte, die bei starker Vergröfserung als kleine

weifse, zum Theil durchscheinende Krystalle erscheinen und von der Grundmasse nicht zu trennen sind. Herr Steininger hält dieselben für Albit. Die Härte des Gesteins ist gröfser als die des Quarzes; das spec. Gew. = 2,685; auf den Magnet findet eine unbedeutende Einwirkung statt. Vor dem Löthrohr ist das Gestein nur in sehr dünnen Splittern an den Kanten schmelzbar, die Spitze der Flamme gelb färbend, indem es selbst braunroth wird; ein Aufblähen und die Bildung einer bimsteinartigen Masse, wie sie alle Varietäten des Pechsteins dabei zeigen, bemerkt man hier nicht. Beim Zusatz von Flufsmitteln zeigt es die gewöhnlichen Eisenreactionen.

Durch anhaltendes Glühen verliert das Gestein 6,45 Proc. an seinem Gewicht, indem sich ein starker empyreumatischer Geruch verbreitet.

Die Dämpfe färben durch Ammoniakgehalt geröthetes Lakmuspapier schnell blau, und bilden mit in die Nähe gebrachter Essigsäure weifse Nebel in einem höheren Grade, als dies bei Pechstein oder Basalt der Fall zu sein pflegt.

Die Zusammensetzung des olivinfreien Gesteins vom Weisselberge ist Folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 60,60 | Proc. |
| Thonerde . . . . . | 18,59 | – |
| Eisenoxyd . . . . . | 1,18 | – |
| Eisenoxydul . . . . . | 1,30 | – |
| Kalkerde . . . . . | 2,14 | – |
| Manganoxydul . . . . | 0,44 | – |
| Talkerde . . . . . | 0,30 | – |
| Natron . . . . . | 8,64 | – |
| Kali . . . . . | 1,00 | – |
| Verlust durch Glühen | 6,45 | – |
| = | 100,64 | Proc. |

Um einen vollständigeren Aufschlufs über die einzelnen Gemengtheile des Gesteins zu erhalten, kochte ich das geschlämmte Pulver mit concentrirten Chlorwasserstoff-

säure aus, wobei sich nur eine sehr geringe aber lang andauernde Einwirkung auf die Masse zeigte; immer wurden noch einzelne Theile aufgenommen, der hinterbleibende Rückstand behielt aber eine graue Farbe. Die abgeschiedene Kieselsäure wurde durch Behandlung mit kohlensaurem Natron getrennt. Wird der durch Glühen des Gesteins entstehende Verlust dem durch Säure zersetzbaren Theile beigelegt, so besteht das Pulver aus:

14,27 Proc., welche durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar sind und

86,36 - desgl. nicht zersetzbar sind.

Im Ganzen aus:

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 2,34 | 14,27 durch Säure zersetzbar. |
| Thonerde | 1,80 | |
| Eisenoxyd | 1,18 | |
| Eisenoxydul | 0,95 | |
| Kalkerde | 0,94 | |
| Natron | 0,62 | |
| Verlust durch Glühen | 6,44 | |
| Kieselsäure | 58,26 | 86,36 durch Säure zersetzbar. |
| Thonerde | 16,79 | |
| Eisenoxydul | 0,35 | |
| Kalkerde | 1,20 | |
| Talkerde | 0,44 | |
| Manganoxydul | 0,30 | |
| Natron | 8,02 | |
| Kali | 1,00 | |
| | 100,63. | |

Eisenoxyd und Eisenoxydul sind zu Magneteisen verbunden; die übrigen Bestandtheile des durch Säuren zersetzbaren Antheils erinnern aber wieder an die natronhaltige Masse, welche sich in dem Gesteine vom Martinstein und vom Schaumberge findet, wie sie aber auch in der Grundmasse, welche durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzt wird, mit enthalten ist. Auch diese scheint ein

Gemenge mehrer Mineralien zu bilden, deren Bestimmung aber unsicher ist, da das Ausziehen der löslichen Theile aus der fest glasigen Masse nur langsam und unvollständig von Statten geht. Ich rechnete daher, nachdem ich das geschlämmte Pulver nur kurze Zeit mit Säure digerirt und die Kieselsäure durch kohlensaures Natron geschieden hatte, die nun noch zurückbleibenden Theile, welche aber immer durch Säure noch stark angegriffen werden konnten, der Zusammensetzung der Grundmasse, so wie sie durch Hülfe der Flufssäure bestimmt wurde, bei und erhielt dadurch, von der Ansicht ausgehend, dafs der Hauptbestandtheil, so wie die kleinen Krystalle Albit seien, nach der Formel $\dddot{N}a\,\dddot{S}i + \ddot{A}l\,\dddot{S}i^3$ folgendes Resultat:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 53,31 |
| Thonerde . . . . . | 14,83 |
| Natron . . . . . | 9,02 |
| | = 76,16. |

Der Rückstand besteht mithin aus:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 4,95 |
| Thonerde . . . . . | 1,96 |
| Eisenoxydul . . . . . | 0,35 |
| Kalkerde . . . . . | 1,80 |
| Talkerde . . . . . | 0,44 |
| Manganoxydul . . . . . | 0,30 |
| | = 9,80. |

Bei der Vergleichung der Sauerstoffmengen zwischen Säure und Basen stellt sich hier das Verhältnifs zwischen 2 : 1 so annähernd heraus, dafs es nicht gewagt sein wird, diesen Theil für Augit oder Hornblende zu halten, von welchen wohl diese mit Albit zusammen vermuthet werden dürfte.

Im Falle die aufgestellten Ansichten begründet sein sollten, so würde das Gestein vom Weisselberge eine ähnliche Zusammensetzung wie das vom Schaumberge und vom Martinstein haben; die Zusammensetzung wäre folgende:

| | |
|---|---|
| Albit . . . . . | 81,00 |
| Hornblende . . . . . | 9,20 |
| Magneteisen . . . . . | 3,00 |
| organ. Materie und Wasser | 6,44 |
| | = 99,64. |

Diese Resultate zeigen auch, dafs das untersuchte Gestein den Pechsteinen nicht beigezählt werden kann, wenn auch beide äufserlich eine grofse Aehnlichkeit besitzen.

Melaphyr vom Pitschberge. Der Melaphyr vom Pitschberge, zwischen Metternich und Theley, ist diejenige Gebirgsmasse, welche von allen der dortigen Gegend äufserlich die gröfste Aehnlichkeit mit dem Basalte besitzt. Er bildet eine schwarze, sehr feinkörnige, feste dichte Masse, in welcher sich selbst durch die Lupe nur wenige krystallinische Theile erkennen lassen. Die Härte ist die des Basalts, das spec. Gew. = 2,9047. Einzelne kleine grünlichgelbe Punkte in diesem Melaphyr bestehen aus Olivin, die gröfsten Ausscheidungen desselben in dem vorliegenden Handstück erreichen aber kaum die Gröfse eines Nadelknopfs. Eine Wirkung auf die Magnetnadel konnte ich aber an diesem Gestein nicht bemerken, selbst durch starkes Glühen war dieselbe nicht zu erregen. Vor dem Löthrohr ist die Felsart nur an den äufsersten Kanten schmelzbar und durch Zusatz der Flufsmittel giebt sich die Gegenwart des Eisens in hohem Grade zu erkennen.

Kalte Chlorwasserstoffsäure wirkt kaum ein, heifse dagegen stark, indem auch zugleich aus dem Pulver des Gesteins Spuren von Kohlensäure entwickelt werden, welche mit Kalk verbunden waren; der aufgelöste Bestandtheil ist besonders Eisenoxyd. Die Bildung einer Gallerte habe ich mit Sicherheit in der concentrirten Flüssigkeit nicht bemerken können, nur einzelne Flocken hatten eine gallertartige Beschaffenheit.

Wird ein gröfseres Bruchstück mit Chlorwasserstoffsäure ausgekocht, so bleibt als Rückstand ein Gemenge

einer grauen und weifsen Masse. Die Grundmasse ist grau, die weifsen Pünktchen in derselben sind scharf begrenzt; aus ihrer Structur läfst sich aber mit Sicherheit nichts erkennen.

Das gröbliche Pulver des Melaphyrs verliert durch starkes Glühen 2,414 Proc. an Gewicht, theils von entweichender hygroscopischer Feuchtigkeit, theils von ein wenig Kohlensäure.

Für die quantitative Untersuchung wurden Bruchstückchen ausgewählt, welche von Olivin ziemlich frei zu sein schienen.

100 Theile bestehen aus:

39,37 Theilen, welche durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt werden;

60,63 - welche nicht zersetzt werden.

Die Menge des Wassers beträgt 1,87 Proc., die der Kohlensäure war sehr gering; quantitativ bestimmte ich sie nicht, da der kohlensaure Kalk nicht gleichförmig in dem Gesteine verbreitet ist.

Die zersetzte Masse besteht:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 16,67 |
| Eisenoxyd . . . . . | 16,17 |
| Thon . . . . . | 2,75 |
| Kalkerde . . . . . | 1,75 |
| Talkerde . . . . . | 1,35 |
| Natron . . . . . | 0,65 |
| = | 39,34. |

Wird angenommen, dafs die Magnesia, welche die Analyse nachweist, noch von kleinen in dem Gestein enthaltenen Körnchen Olivin, ebenso wie das wenige Eisenoxydul, was die qualitative Analyse anzeigt, herrühren sollte, so würde die rückständige Menge des Olivins in diesem Melaphyr, als Drittelsilikate von Talkerde und Eisenoxydul, betragen: 3,89 Theile.

Der Rückstand besteht mithin aus:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 15,20 |
| Eisenoxyd . . . . . | 15,11 |
| Thon . . . . . | 2,75 |
| Kalkerde . . . . . | 1,35 |
| Natron . . . . . | 0,65 |
| = | 35,06. |

Die Formel eines bekannten Minerals läfst sich ungezwungen nicht aus diesen Resultaten entwickeln; wird Eisenoxyd und Thonerde = Ä angenommen, so nähert sich das Sauerstoff-Verhältnifs noch immer meist 1 : 9 : 12, wenn die des Kalks und Natron = 1 gesetzt werden, wobei aber zu berücksichtigen ist, dafs die Analyse auch Spuren von Kohlensäure angezeigt hat.

Der durch Säure nicht zersetzbare Theil des Melaphyrs besteht aus:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 32,38 |
| Thonerde . . . . . | 8,11 |
| Kalkerde . . . . . | 10,54 |
| Talkerde . . . . . | 4,12 |
| Eisenoxydul . . . . . | 4,55 |
| Natron mit wenig Kali . . | 1,01 |
| = | 60,71. |

Die einzelnen Bestandtheile dieses Theils des Melaphyrs lassen sich nicht, wie bei dem Gestein des Schaumbergs aus der Krystallgestalt erkennen. Ich versuchte daher sie durch Rechnung zu finden, indem ich auch hier Labrador als Grundmasse annahm, wobei ich demnach von dem Natrongehalte ausging. Es fand sich dabei Labrador 22,15 Theile. In dem Rückstande, welcher besteht aus:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 20,45 |
| Thonerde . . . . . | 1,78 |
| Kalkerde . . . . . | 7,76 |
| Magnesia . . . . . | 4,12 |
| Eisenoxydul . . . . . | 4,55 |
| = | 38,66, |

ist das Sauerstoff-Verhältnifs zwischen Kieselsäure und Basen fast wieder 2 : 1, weshalb ich ihn als Augit betrachte. Die Menge desselben beträgt 38,66 Theile.

Die obige Annahme scheint also durch das Zusammentreffen dieser Resultate eine Rechtfertigung zu finden.

Die Zusammensetzung dieses Melaphyrs ist mithin:

| | |
|---|---|
| Olivin . . . . . | 3,89 |
| Eisensilicat . . . . . | 35,06 |
| Labrador . . . . . | 22,15 |
| Augit . . . . . | 38,66 |
| = | 99,76, |

oder ohne Olivin:

| | |
|---|---|
| Eisensilicat . . . . . | 36,59 |
| Labrador . . . . . | 23,10 |
| Augit . . . . . | 40,32 |
| = | 100,01. |

Obgleich das Gestein äufserlich eine grofse Aehnlichkeit mit dem Basalt besitzt, so steht es doch seiner Zusammensetzung nach dem Dolerit näher. Auffallend ist es hier Magneteisen zu vermissen, was sonst so verbreitet vorkommt, während dagegen der in den Gebirgsarten dieser Gegend sich selten findende Olivin hier in grofser Menge auftritt. Den für die Basalte so charakteristischen Zeolith enthält dieser Melaphyr entweder gar nicht oder nach dem 0,65 Proc. Natron zu schliefsen nur in geringer Menge.

Dolerit von Meifsner. Der Dolerit des Meifsners in Kurhessen zeigt alle die Eigenschaften des Dolerits in einem so ausgezeichneten Grade, dafs er als der Typus eines wahren Dolerits oft aufgeführt wird. Eine chemische Analyse desselben scheint aber nicht vorhanden zu sein. Gräger *) hat mit mehren Analysen auch die des Basalts von Meifsner, der dort mit Dolerit wechselt und in diesen

*) Archiv der Ph. 2te Reihe XIX. 96.

übergeht, bekannt gemacht, diesen jedoch nicht untersucht. Auch mit dem Gestein des Schaumberges ist dieser Dolerit so oft verglichen worden, dafs ich bei den vorstehenden Untersuchungen auf die chemische Beschaffenheit desselben Rücksicht nehmen mufste, und in der That ist die Aehnlichkeit beider sehr grofs.

Der Dolerit vom Meifsner steht mit seiner grünlich grauen Farbe dem Schaumberger Gestein näher als dem vom Martinstein. Das Gefüge desselben ist grobkörnig; gelbliche und fast farbenlose Theile sind nicht selten und häufiger als in den oben beschriebenen Massen: das spec. Gewicht = 2,8105 in dem gröblichen Pulver; auf die Magnetnadel findet eine starke Einwirkung statt. Vor dem Löthrohr wird der Dolerit nur schwer an den äufsersten Kanten zu einem grünlich gelblichen Glase geschmolzen, und die Flufsmittel zeigen besonders die Gegenwart des Eisens an. Wird aus dem gröblichen Pulver die Eisenverbindung durch den Magnet ausgezogen, so läfst sich in diesen durch das Löthrohr nach den bekannten Methoden leicht die Gegenwart des Titans entdecken. Die Menge desselben ist hier gröfser als in den andern von mir untersuchten Doleriten.

Bei der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure entwickelte sich Kohlensäure, die mit Eisenoxydul und Kalk verbunden war. Die Einwirkung der Säure ist aber überhaupt stark und werden dadurch viele Theile ausgezogen; der Rückstand des Dolerits giebt sich als ein Gemenge von vielem blendend weifsem Labrador mit wenigem schwarzem Augit zu erkennen. Der Labrador besteht aus einer Anhäufung kleiner weifser, oft durchscheinender und innig mit einander verwachsener Krystalle, von verschiedener, zuweilen nicht unbedeutender Gröfse und an einzelnen deutlich durch Spaltungsflächen und starke Streifung sich auszeichnenden zeigt sich das Irisiren. Bei der Behandlung mit dem Löthrohr bietet dieser Labrador

nichts Ungewöhnliches dar. Der Augit ist von schwarzer Farbe und bildet meistentheils kleine Prismen, an denen sich Blätterdurchgänge und Abstumpfungen durch einen höheren Glanz auszeichnen, während andere augitische Theilchen sich in einem fast schlackigen Zustande befinden, Augit und Labrador sind sehr ungleichförmig mit einander gemengt. Einzelne gröfsere Stellen des Dolerits erscheinen nur weifs, während an anderen die kleinen Augitkrystalle dicht aufgehäuft liegen. Die Menge des Wassers fand ich = 1,89 Proc. Wenn auch ein kleiner Theil von diesem als vielleicht in bestimmter Verbindung mit dem durch Säure zersetzbaren natronhaltigen Silikat betrachtet werden kann, so rührt doch die bei weitem gröfsere Menge von hygroscopischer Feuchtigkeit her. Das quantitative Verhältnifs der Zusammensetzung wird sich also verschieden zeigen.

100 Theile enthalten:

57,5 Theile, durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbar,
42,5 - desgl. zersetzbar.

Die Zusammensetzung ist folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 17,37 | 42,43 durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar. |
| Thonerde | 4,22 | |
| Kohlensaures Eisenoxydul | 8,57 | |
| Natron | 0,62 | |
| Kohlensaurer Kalk | 2,72 | |
| Titanhaltiges Magneteisen | 8,93 | |
| Kieselsäure | 30,38 | 57,18 durch Säure nicht zersetzbar |
| Thonerde | 14,65 | |
| Kalkerde | 7,77 | |
| Magnesia und ein wenig Manganoxydul | 1,25 | |
| Eisenoxydul | 1,12 | |
| Natron mit wenig Kali | 2,01 | |
| | = 99,61 | |

woraus für diesen letzteren Theil, vom Natron ausgehend, die Berechnung 47,91 Labrador und 9,27 Augit ergeben

würde. Der Dolerit vom Meifsner besteht demnach, aufser den 1,89 Proc. gröfstentheils hygroscopischen Wassers, aus:

| | |
|---|---|
| Kohlensaurem Kalk und Eisenoxydul . | 11,29 Proc. |
| Natron- und Thonerdesilicat . . . . . | 22,21 – |
| Titanhaltiges Magneteisen . . . . . | 8,97 – |
| Augit . . . . . | 9,27 – |
| Labrador . . . . . | 47,91 – |
| | = 99,65 Proc. |

Doleritartiges Gestein von Siegburg. Zu Aulgasse bei Siegburg findet sich ein grauschwarzes Gestein von grobkörniger Beschaffenheit, welches in den frischen Bruchflächen viele glänzenden Theilchen erkennen läfst. Die Härte desselben ist ungefähr die des Quarzes, das spec. Gewicht = 2,7601, vom Magnet werden nur einzelne Körnchen des Pulvers angezogen. Das Gestein bildet ein ziemlich gleichförmiges Gemenge schwarzer und grauer Theilchen, von denen die letzteren in einzelnen Flächen Fettglanz zeigen und Durchscheinenheit besitzen. Eine bestimmte Structur läfst sich an den schwarzen Theilen nicht erkennen, dagegen bei den durchscheinenden hellern zeigt sich häufig ein deutlicher Blätterdurchgang. Einschliefsungen, die an die Gegenwart des Olivins erinnerten, kann ich an dem vorliegenden Bruchstücke nicht auffinden. Zur Verwitterung scheint das Gestein sehr geneigt zu sein, wobei es eine gelbliche oder bräunliche Farbe annimmt.

Bei der Behandlung mit Säuren entwickelt sich Kohlensäure in grofser Menge. Nach dem Entfernen der durch Säure auflöslichen Theile bleibt eine grau und weifs gefleckte Masse zurück, deren einzelne Theile ziemlich gleichförmig und sehr innig mit einander gemengt sind, so dafs eine mechanische Trennung kleiner Stückchen zur Ausführung von *Löthrohrversuchen* nicht möglich ist. Die ganze Masse erscheint nach der Einwirkung der Säuren äufserst

porös von der Entfernung der kohlensauren Salze, woraus also hervorgeht, dafs diese nicht innig und gleichförmig mit der ganzen Masse des Gesteins gemengt sind. Bei der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure bildet das Pulver keine Gallerte.

Die Menge des hygroscopischen Wassers ist = 1,70 Procent:

100 Theile des scharf getrockneten Gesteins enthalten

34,09 durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbare Theile.
65,91 -- desgl. nicht zersetzbare Theile.

Die Zusammensetzung ist:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 21,01 | 34,09 durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar |
| Kohlensaure Kalkerde . . . . | 6,74 | |
| Kieselsäure . . . . . | 1,09 | |
| Thonerde . . . . . | 1,64 | |
| Magneteisen . . . . . | 3,61 | |
| Kieselsäure . . . . . | 33,92 | 65,5 durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbar |
| Thonerde . . . . . | 10,46 | |
| Kalkerde . . . . . | 11,01 | |
| Magnesia . . . . . | 4,78 | |
| Eisenoxydul . . . . . | 3,96 | |
| Natron mit wenig Kali . . . | 1,36 | |
| | = 99,59. | |

Bei der Berechnung der Zusammensetzung dieses Theils des Gesteins wurde wieder von der Vermuthung ausgegangen, dafs das gefundene Natron von Labrador herrühre, welche Annahme auch Bestätigung fand, nämlich:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . | 16,07 |
| Thonerde . . . | 8,93 |
| Kalkerde . . . . | 3,70 |
| Natron . . . . . | 1,36 |
| | 30,06. |

In dem Rückstande, welcher aus:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . | 17,85 |
| Thonerde . . . . | 1,53 |
| Kalkerde . . . . | 7,31 |
| Talkerde . . . . | 4,78 |
| Eisenoxydul . . . | 3,96 |
| | 35,43 |

besteht, ist das Sauerstoffverhältnifs zwischen Kieselsäure und Basen fast wie 2:1, wodurch also auch hier die Zusammensetzung des Augits gegeben ist.

Das bei Aulgasse vorkommende Gestein besteht demnach aus:

| | |
|---|---|
| Kohlensaurem Kalk und Eisenoxydul | 27,75 |
| Thonsilikat . . . . . | 2,73 |
| Magneteisen . . . . . | 3,61 |
| Labrador . . . . . | 30,06 |
| Augit . . . . . | 35,43 |
| | 99,58. |

Die äufsere Beschaffenheit dieses Gesteins sowohl wie die chemische Zusammensetzung berechtigen also dasselbe dem Dolerit beizuzählen.

Basalt von Obercassel bei Bonn. Der Basalt von Oberkassel bei Bonn zeichnet sich durch dichtes Gefüge, so wie durch Gleichförmigkeit in der ganzen Masse aus. Die Farbe desselben ist grauschwarz, das spec. Gew. = 2,9371; eine Einwirkung auf die Magnetnadel findet statt; die kleinen krystallinischen Theilchen, welche die Hauptmasse bilden, sind von grofser Feinheit. Reine zeolithartige Ausscheidungen, die sonst so häufig sind, scheinen in diesem Basalt nicht vorzukommen, ebenso ist Olivin selten, während aber Basaltkuppen in kurzer Entfernung von Oberkassel beide enthalten. Die folgende Analyse zeigt auch, dafs dieser Basalt bedeutend weniger Zeolith einschliefst, als es bei dem von andern Punkten der Fall zu sein pflegt. Das untersuchte Gestein enthält dagegen eine grofse Menge Kalk und schöne Kalkspathkrystalle werden häufig in demselben gefunden.

Beim Behandeln dieses Basalts mit Säure entsteht ein starkes Aufbrausen von entweichender Kohlensäure und die Zersetzung eines zoolithartigen Silikats giebt sich ferner durch die Gallertbildung zu erkennen. Nach der Einwirkung der Salzsäure bleibt eine hellgrüne in verschiedener Gröfse weifs gefleckte Masse zurück, deren Oberfläche durch die aufgelösten kohlensauren Salze eine poröse Beschaffenheit erhalten hat. In der grauen Masse finden sich hin und wieder schwarze Ausscheidungen von verschiedener Gröfse, welche ein gleichsam schlackiges Ansehen besitzen und nach den mit ihnen angestellten Löthrohrversuchen aus Augit bestehen. Wird gröbliches Pulver zum Auskochen benutzt, so scheiden sich aus diesem viele kleine vollkommen durchsichtige und farbenlose Blättchen ab, welche aus Labrador bestehen und auch das Farbenspiel desselben zeigen, durch fortgesetzte Einwirkung der Säure aber ein mattes Ansehen, unter Abscheidung von Kieselsäureflocken, bekommen. Bei keinem Basalte oder Dolerit fand ich diese Erscheinung in dem Grade, wie bei dieser so feinkörnigen Varietät. Das schillernde Ansehen, welches er so häufig zeigt, wird nur durch diese eingemengten Blättchen hervorgebracht.

Das Verhältnifs zwischen den durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbaren und dadurch unzersetzbaren Theilen ist wie 55,04:44,96.

Die Zusammensetzung in dem vom Olivin freien Gestein ist folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensaures Eisenoxydul . . . | 14,60 | 55,04 durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar. |
| Kohlensaurer Kalk . . . . . | 7,90 | |
| Kohlensaure Magnesia . . . . | 1,15 | |
| Kieselsäure . . . . . | 14,25 | |
| Thonerde . . . . . | 3,75 | |
| Natron . . . . . | 0,80 | |
| Magneteisen . . . . . | 7,50 | |
| Wasser . . . . . | 6,09 | |

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure . . . . . | 23,15 | 44,60 durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbar. |
| Thonerde . . . . . | 9,41 | |
| Kalkerde . . . . . | 7,20 | |
| Talkerde . . . . . | 2,32 | |
| Eisenoxydul . . . . . | 1,23 | |
| Natron . . . . . | 1,28 | |
| | 99,64, | |

welcher letztere Theil nach der oben angedeuteten Ansicht berechnet, aus einem Gemenge von 28,07 Theilen Labrador und 16,53 Theilen Augit besteht.

Der Basalt von Oberkassel besteht mithin aus einem Gemenge von:

| | |
|---|---|
| Kohlensauren Salzen . . | 22,65 |
| Zeolithartigen Theilen . . | 24,89 |
| Magneteisen . . | 7,50 |
| Augit | 16,53 |
| Labrador . | 28,07 |
| = | 99,64. |

Gestein von Nieder-Mendig. Die oft beschriebene Lava von Nieder-Mendig, den rheinischen Mühlstein habe ich ebenfalls zum Gegenstande der Untersuchung gemacht. Derselbe besteht, wie der Augenschein schon zeigt, aus einem Gemenge verschiedenartiger Mineralien, welche mechanisch nicht von einander zu trennen sind. Zu diesen Einmengungen sind zunächst kleine glänzende Nadeln zu zählen, welche in vielen Hohlungen der Lava eingeschlossen sind, und von einigen für Nephelin gehalten werden. Ferner zeigt sich Magneteisen sehr verbreitet, und hin und wieder bemerkte man schwarze Punktchen, welche Augit und Hornblende zu sein scheinen. Andere Mineralien, wie Hauyn, sind nicht so allgemein durch die Lava verbreitet.

Die Lava besteht, wie die Basalte und Phonolithe, aus einer Masse, von welcher Chlorwasserstoffsäure einen grofsen Theil auszieht, und aus einem anderen, welcher wenig oder gar nicht angegriffen wird. Bei der Zersetzung des Silikats findet eine Gallertbildung, wie auch Hr. Steininger bemerkt, nicht oder nur sehr undeutlich statt, obgleich nach den Resultaten der Analyse in der Lave ein zoolithartiges Mineral, jedoch im wasserfreien Zustande, angenommen werden kann. Die Menge des nur als hygroscopische Feuchtigkeit vorhandenen Wassers beträgt 0,347 Proc. Das Verhältnifs zwischen den durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbaren und unzersetzbaren Theilen ist wie 57,2:42,8.

Die Zusammensetzung ist folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 21,10 | 56,27 Th. durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar. |
| Thonerde | 9,21 | |
| Kalkerde | 3,16 | |
| Kali | 0,86 | |
| Natron | 4,54 | |
| Eisenoxyd | 15,60 | |
| Phosphorsäure | 1,80 | |
| Wenig Chlor | | |
| Kieselsäure | 25,16 | 42,77 durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbar. |
| Thonerde | 7,21 | |
| Kalkerde | 0,63 | |
| Natron | 2,43 | |
| Kali | 1,10 | |
| Eisenoxydul | 4,01 | |
| Talkerde und Manganoxydul | 2,23 | |
| | = 99,87. | |

Zur genaueren Bestimmung des Magneteisens wurde die Menge des Eisenoxyduls in dem durch Säure zersetzbaren Theil der Lava besonders bestimmt. Es fanden sich

4,13 Proc., mit welchem sich 9,14 Oxyd zu $\dot{F}e\ddot{F}e$ verbinden würden, wobei also noch ein Ueberschufs von 2,63 Proc. Eisenoxyd bleiben würde.

Die Phosphorsäure befindet sich ohne Zweifel mit dem Kalk in Verbindung zum Apatit, obgleich die quantitative Analyse nur Spuren von Chlor, dagegen keine Flufssäure zu erkennen gegeben hat. Die Menge desselben würde ohne Berücksichtigung des Chlors nach der Formel $Ca^3\ddot{P}$ berechnet 3,95 Proc. betragen. Der Apatit ist nicht durch die ganze Masse der Lava gleichförmig verbreitet; an einzelnen Stellen fehlt er ganz, während er an anderen, wo das Auge ihn ebenfalls nicht unterscheiden kann, in grofser Menge enthalten ist. Für die ungleichförmige Verbreitung desselben sprechen die Resultate der Untersuchungen, welche Herr Kersten *) mit diesem Gesteine angestellt hat, um die Angaben von Herrn Fownes, nach welchen Phosphorsäure in demselben enthalten sein soll, zu prüfen. In den von Kersten untersuchten Theilen war keine Phosphorsäure vorhanden, dagegen zog Wasser Chlornatrium aus. Uebrigens finden sich ausgezeichnete Apatitkrystalle in unmittelbarer Nähe dieser Lavaströme.

Der hinterbleibende Rückstand des zersetzbaren Antheils hat folgende Zusammensetzung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 21,10 | enthalten O. | 10,97 |
| Thonerde | 9,21 | – | 4,25 |
| Kalkerde | 1,01 | – | 0,28 |
| Natron | 4,54 | – | 1,14 |
| Kali | 0,86 | – | 0,14 |
| Eisenoxyd | 2,63 | | |

Das Sauerstoff-Verhältnifs von $\dot{R}$ zur Thonerde und Kieselsäure würde mithin ungefähr wie 1:3:7 sein, ein Verhältnifs, welches unter Berücksichtigung der mineralo-

*) Annal. d. ph. Ch. 1845. S. 336.

gischen Beschaffenheit der Lava keinen Schluſs zuläſst. Ist aber die Annahme gestattet, daſs durch die Einwirkung der Säure auf die dadurch unzerlegbare Masse ein Theil Kieselsäure derselben mit ausgezogen sei und das Verhältnifs 1 : 3 : 6 herrschte, so würde dadurch die Gegenwart eines Silikats angedeutet werden, welches in vulkanischen Gebilden so häufig angetroffen wird und von dem Natrolith ($\dot{N}a\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i + 2\dot{H}$) sich nur durch das fehlende Wasser unterscheidet, so aber der Formel

$$\left.\begin{matrix}\dot{N}a\\ \dot{K}\\ Ca\end{matrix}\right\}\ddot{S}i + \ddot{A}\,\ddot{S}i$$

entsprechen würde. Die Menge eines solchen Silikats beträgt 34,52 Proc. In dem unlöslichen Rückstand, welcher, wie mit Salzsäure ausgekochte Bruckstücke der Lava zeigen, eine ziemlich gleichförmige Masse bildet, in der nur hin und wieder fremde Körper zu erkennen sind und von denen einzelne schwarze Pünktchen aus Augit oder Hornblende bestehen möchten, war nach der Menge der Kieselsäure ein neutrales Salz zu vermuthen. Ich nahm daher $\dot{N}a\,\dot{K}\,\dot{C}a = R = 1$ an und versuchte die einzelnen Quantitäten nach der Formel $\dot{R}\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i^3$ zu vertheilen, wodurch also ein Natron-Kalifeldspath, wie ihn Herr Abich in dem glasigen Feldspath gefunden hat, gegeben wäre und fand, daſs die Resultate der Analyse einer solchen Annahme noch am meisten entsprachen.

Sollten diese Voraussetzungen sich rechtfertigen lassen, so würde die Lava als ein Gemenge sehr verschiedener Mineralien betrachtet werden können, von denen die Hauptbestandtheile ein durch Säuren leicht zersetzbares Silikat nach der Formel $\dot{R}\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$ zu 34,5 Proc., ferner glasiger Feldspath gegen 42 Proc. ausmachen, mit welchen gemengt sind Magneteisen gegen 13 Proc., Apatit gegen 4 Proc. und ungefähr 2,5 freiem Eisenoxyd.

Die Gleichförmigkeit in der Hauptmasse des Lavastroms von Nieder-Mendig läfst erwarten, dafs wenn der eine oder andere Bestandtheil auch in sehr abweichenden quantitativen Verhältnissen erscheinen sollte, die gröfseren Quantitäten der vermutheten Mineralien doch im Wesentlichen dieselben bleiben werden.

Im Verein mit älteren Erfahrungen zeigen die vorstehenden Analysen, dafs auch doleritische Gebilde, so wie Basalte, Phonolithe u. s. w. durch Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure in mehre Bestandtheile zersetzt werden können, von denen einzelne in dieser Säure auflöslich sind, andere dagegen nicht. Das quantitative Verhältnifs zwischen beiden Theilen ist ein sehr verschiedenes; oft sind es nur wenige Procente, welche durch Säure ausgezogen werden, zuweilen dagegen ist es die überwiegende Menge. Der durch Säure nicht zersetzbare Theil besteht aus Labrador und Augit. Jener bildet in den Gesteinen, welche ich untersucht habe, den Hauptbestandtheil und kommt hier ganz mit dem Labrador überein, wie er auch in Basalten enthalten ist. Die Eigenschaften des Augits sind in verschiedenen Doleriten in verschiedenem Grade deutlich ausgesprochen, von den hier untersuchten z. B. mehr bei dem vom Meifsner als vom Schaumberge, hier wieder mehr wie bei dem vom Martinstein u. s. w., und der Farbe nach sind es wahrscheinlich verschiedene Augite, welche in die Zusammensetzung des Dolerits eingehen. Ihre Vertheilung im Labrador ist eben so ungleichförmig als die Quantitäten im Allgemeinen wechseln. Immer ist der Augit aber ein Thonerde haltiger. Der grofse Wechsel in der Zusammensetzung des Dolerits ergiebt sich aus der Vergleichung der vorstehenden Analysen z. B. mit der von Hrn. Auerbach *) ausgeführten einer Varietät von Island, welche nur aus ungefähr 38 Proc. Labrador

*) Rammelsberg Handw. der Chem., T. 3. Min. Art. Dolerit.

gegen 62 Proc. Augit besteht, während dieser nach Herrn Steininger in einem Dolerit von Frankfurt ganz verschwindet.

Einige Umstände scheinen dafür zu sprechen, dafs unter den durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbaren Theilen des Dolerits, welche ich, ohne weitere Deutung, in den vorstehenden Analysen als Silicate aufgeführt habe, ähnliche Bestandtheile in geringer Menge enthalten sind, wie sie die Basalte, hier oft den Hauptbestandtheil ausmachend, einschliefsen und dafs diese Einmengung ein zeolithartiges Mineral bildet. Nur durch fortgesetzte Untersuchungen kann aber diese Vermuthung erst eine Rechtfertigung finden. Die Berechnungen nach den vorstehenden Untersuchungen, von dem Alkali ausgehend, führen zu dem Resultat, dafs wenn ein solches Mineral wirklich vorhanden sein sollte, die Menge desselben nur sehr gering sein kann. Erscheinungen, wie sie bei den Analysen der Basalte durch diese Einmengungen hervorgerufen werden, lassen sich bei den Doleriten daher nur in einem geringeren Grade wahrnehmen. Die Bildung einer Kieselgallerte bei der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure kann aus diesem Grunde auch nur undeutlich hervortreten und um so schwieriger, je weniger von dem Zeolith vorhanden ist; sie kann aber auch hier, zuweilen in der Kälte schon, entstehen, wenn das feine Pulver mit einer passenden Menge Säure übergossen längere Zeit stehen bleibt. Manche Basalte, welche weniger Zeolith einschliefsen, nähern sich in dieser Beziehung dem Dolerit, so z. B. der ausgezeichnete, sehr feinkörnige Basalt von Obercassel bei Bonn, in welchem zeolithartige Ausscheidungen in Höhlungen kaum vorkommen möchten. Die als zersetzbares Silicat aufgeführten Antheile des Gesteins würden demnach ein Gemenge mehrer Stoffe bilden, in welchem das zeolithartige Mineral den Hauptbestandtheil nicht einmal ausmacht. Ich versuchte nach den Resultaten der vorstehen-

den Analysen, von dem Natron ausgehend, die Zusammensetzung eines solchen Minerals zu berechnen und mit bekannten Formen zu vergleichen, wobei ich an den Natrolith, $\dot{Na}\ddot{S}i + \dot{Al}\ddot{S}i + 2\dot{H}$, erinnert wurde, von welchem z. B. in dem durch Säure zersetzbaren Silikat 11,172 Proc. des Schaumberger Gesteins 9,69 Proc. eines solchen enthalten sein würde, während der nun hier hinterbleibende Rückstand ein saures kieselsaures Salz, bestehend aus 76,59 Kieselsäure, 6,98 Thonerde und 5,74 Wasser, darstellt. Zunächst mufste sich aber die Frage aufdrängen, hinweggesehen von der Gallertbildung, ob diese Antheile nicht von zersetztem Labrador herrühren sollten, da die Säuren auch diesen bekanntlich stark angreifen, zuweilen ganz zersetzen. So hat Kersten mehre Feldspäthe von Egersund untersucht, welche von Schwefelsäure und Salzsäure vollständig zerlegt wurden.

Bei einigen vergleichenden Versuchen, welche ich mit Labrador von verschiedenen Fundarten, unter Verhältnissen wie das Gestein vom Schaumberge behandelt wurde, anstellte, wollte es mir jedoch nicht gelingen, solche Quantitäten vollständig zu zersetzen, als aus diesen Gebirgsmassen an Silikaten dabei erhalten wurden, und auch die Differenzen, welche die Resultate der Analyse mit denen der Berechnung bilden, hätten viel bedeutender ausfallen müssen, und würden überhaupt eine Deutung über die Zusammensetzung des durch Säure nicht zerlegbaren Theils gar nicht zulassen können, wenn jene Bestandtheile nur von einer partiellen Zersetzung des Labradors herrühren sollten. Einzelne sehr dünne und durchsichtige Blättchen Labrador aus dem Basalt und Dolerit abgeschieden, mufsten oft lange Zeit mit Säure digerirt werden, ehe sie einmal ihre Durchsichtigkeit verloren.

Diese Erscheinungen sind es besonders, welche mich veranlafsten, unter den durch Säure aus den doleritischen Gesteinen abgeschiedenen Silikaten die Anwesenheit eines

zeolithartigen Minerals zu vermuthen. Eine gröfsere Gewifsheit über diese Annahme überhaupt und über die Natur dieser Verbindungen wird sich aber erst aus dem Resultate fortgesetzter Untersuchungen ziehen lassen, welche mich noch beschäftigen.

Der Wassergehalt in den Doleriten ist geringer als der in den Basalten. In so fern das Wasser in bestimmter Verbindung sich befindet, kann es wohl nur als ein Bestandtheil des durch Säuren zersetzbaren Antheils der Gebirgsmassen, und zwar des vielleicht anwesenden zeolithartigen, angenommen werden, und da dieser gering ist, auch nur unbedeutend ausfallen.

Mit den durch Säuren zersetzbaren Bestandtheilen finden sich in den meisten der untersuchten Gesteine kohlensaure Salze in sehr verschiedener Menge, namentlich kohlensaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul, die fast constante Begleiter zu sein scheinen; letzteres giebt besonders Veranlassung zur Verwitterung der Massen. So sind diese Salze in grofser Menge in dem Dolerit von Aulgasse bei Siegburg enthalten, finden sich aber ebenso in dem Basalt von Oberkassel, so dafs beide, hinweg gesehen von dem Zeolith in dem Basalte, in dieser Beziehung eine grofse Uebereinstimmung darbieten; während jener durch seine grobkörnige krystallinische Beschaffenheit sich auszeichnet, charakterisirt sich dieser durch sein dichtes Gefüge.

Titanhaltiges Magneteisen fehlt ferner in dem auflöslichen Theile dieser Gesteine nie oder selten. Die schon so oft gemachte Beobachtung, dafs Olivin oder Talkverbindungen höchst selten einen Begleiter doleritischer Gesteine ausmachen, findet auch hier wieder eine Bestätigung.

Die Analysen haben aufserdem dargethan, dafs die Felsarten des Schaumberges und vom Martinstein aus den

Trappformationen, welche als Augitporphyr, Augitfels, Melaphyr u. s. w. und zuletzt als eine neue eigenthümliche Gebirgsart unter dem Namen Tholeit beschrieben sind, und welche aus Albit und Titaneisen bestehen sollen, einen wahren Dolerit bilden, in welchem Augit nicht fehlt. Der Hauptbestandtheil ist hier immer Labrador und mit diesem sind andere Mineralien in verschiedenen Quantitäten ungleichförmig gemengt, wie die Dolerite anderer Gegenden sie ebenfalls einschliefsen.

## 2.

# Hygrometrische Tabellen zur Anwendung bei Gebläsen und Gradirwerken.

Von

Herrn Dr. G. Karsten.

Den Dampfgehalt der Luft und die Expansivkraft dieses Dampfes mit der gröfsten Genauigkeit angeben zu können, ist nicht nur für den speciellen Theil der Physik wichtig, welcher sich mit den in unserer Atmosphäre vorgehenden Veränderungen beschäftigt, sondern auch für die Technologie, indem bei gewissen technischen Processen der Feuchtigkeitszustand der Luft von grofsem Einflusse ist. Dies bedingt, dafs man stets auf die durch neuere und zuverlässigere Beobachtungen gestützten Bestimmungen in der Physik, welche bei der Berechnung des Dampfgehaltes und der Dampfelasticität in der Atmosphäre von Bedeutung sind, aufmerksam sein und sie in die Rechnungen einzuführen suchen mufs.

Es fehlt gewifs in jetziger Zeit nicht an guten und regelmäfsigen meteorologischen Beobachtungen, eine schwache Seite derselben bilden aber unstreitig die Beobachtungen über die Hydrometeore.

Die Verschiedenheit der Angaben über den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre ist ein Uebelstand, der zum Theil wenigstens dem Rangstreite der beiden vorzüglich-

sten Hygrometer des Daniell'schen Hygrometers und des August'schen Psychrometers zugeschrieben werden mufs.

Diesem Uebelstande kann nur dadurch abgeholfen werden, wenn durch andauernd fortgesetzte Parallelbeobachtungen an beiden Instrumenten die Vorzüge des einen von dem andern festgestellt werden.

Ein sehr bedeutender Vorzug des Psychrometers, der nicht genug berücksichtigt werden kann, scheint mir der zu sein, dafs die Angaben dieses Instrumentes einen unzweideutigen Werth so lange behalten werden, als überhaupt Thermometerbeobachtungen für sicher zu halten sind, weshalb die früheren Psychrometerbeobachtungen in allen späteren Zeiten, wenn vielleicht die Kenntnisse über die zur Berechnung des Thaupunktes nöthigen Werthe sich erweitert haben, eben so gut zu meteorologischen Untersuchungen benutzt werden können, wie die mit jenen gleichzeitigen Temperaturbeobachtungen. Freilich wäre es deswegen nothwendig, in den fortlaufenden meteorologischen Bekanntmachungen nicht, wie dies oft geschieht, nur den berechneten Thaupunkt anzugeben, der ja einen schwankenden von der angewandten Berechnungsart abhängigen Werth hat, sondern auch die Angaben der beiden Thermometer. Das Daniell'sche Hygrometer dagegen ist ohne Frage viel bedeutenderen Beobachtungsfehlern unterworfen, und die Kritik über gute und schlechte Beobachtung ist doch gewifs mifslicher und schwieriger, wie die wiederholte Berechnung sicherer Werthe. Es scheint mir unzweifelhaft, dafs am Daniell'schen Hygrometer und an allen ähnlich eingerichteten Instrumenten die Temperatur des Thaupunktes bald zu niedrig, bald zu hoch gefunden wird. Zu niedrig, weil die erste vollkommen durchsichtige Dampfcondensation nicht wahrgenommen werden kann. Dieser Fehler wird aber keineswegs constant, sondern wahrscheinlich eine Funktion der Lufttemperatur sein, mit welcher er wächst. Zu hoch findet man die Temperatur des Thaupunktes wegen der

Trägheit des Thermometers, wodurch man nicht augenblicklich die Temperatur der abgekühlten Flüssigkeit erfährt. In welchen Fällen diese beiden entgegengesetzten Fehler sich gerade aufheben, läfst sich aber durchaus nicht angeben, und wird dies auch von der Construktion eines jeden Instruments abhängig sein.

Das Daniell'sche Hygrometer behauptet seinen Vorrang hauptsächlich durch seine bequeme Anwendung, indem der Beobachtung keine Berechnung zu folgen braucht. Dieser Vorzug läfst sich aber durch Hülfstafeln, wenn nicht ganz, so doch fast vollständig compensiren. Schon der Erfinder des Psychrometers, August, hatte deswegen 1828 seine „Tafeln, Formeln und Beobachtungen das Psychrometer betreffend", sodann 1830 ein Programm: „über die Fortschritte der Hygrometrie in der neuesten Zeit" herausgegeben. Seitdem hierauf Kämtz in seinem klassischen Lehrbuche der Meteorologie Bd. I. p. 287 ff. noch bequemer eingerichtete Tafeln zur Berechnung des Dampfgehaltes der Luft nach den Beobachtungen des Psychrometers bekannt gemacht hatte, sind meines Wissens keine auf neuere Untersuchungen gestützte Hülfstabellen veröffentlicht worden.

In diesem Aufsatze habe ich die in der August'schen Psychrometerformel vorkommenden Werthe nach den neusten Untersuchungen umgeändert, und sodann einige Hülfstafeln zum praktischen Gebrauche berechnet.

Der Hauptwerth, auf welchem die Psychrometerformeln beruhen, ist die Elasticität des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen. Die Wichtigkeit dieses Werthes für die Wissenschaft und die Technik berücksichtigend haben eine grofse Anzahl bedeutender Physiker sich bemüht, eine möglichst genaue Formel für die Elasticität des Wasserdampfes, gestützt auf äufserst schwierige und feine Beobachtungen aufzustellen.

Allein so grofs die Anzahl der Beobachtungsreihen und

der nach ihnen berechneten Formeln auch ist, dennoch stimmt keine in ihren Resultaten mit der anderen überein, und es ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen, ein allgemein gültiges Gesetz für die Aenderung der Expansivkraft mit der Temperatur aufzufinden.

Soll daher die Elasticität des Wasserdampfes bei hygrometrischen Bestimmungen in Rechnung gebracht werden, so befindet man sich in Verlegenheit, welcher Formel man folgen soll.

Egen hat in Poggend. Ann. Bd. XXVII. die früheren Formeln einer Kritik unterworfen; bei ihm so wie in Dove's Repertorium Bd. I., in Gehlers neuem Wörterbuch Bd. II. u. X., in Kämtz's Metereologie und einer andern weiter unten genannten Schrift findet man eine ausführliche Zusammenstellung der etwa bis 1835 aufgestellten Formeln. Theils aber sind seit der Zeit einige neue Formeln nach neuen sehr genauen Versuchen angegeben worden, theils sind mitunter die an den angeführten Orten zusammengestellten Formeln fehlerhaft abgedruckt, so dafs eine wiederholte Zusammenstellung nicht unpassend erscheint.

Um bei den Formeln die Maafse nicht jedesmal anführen zu müssen, wähle ich nach dem Vorgange in Dove's Repertorium folgende Bezeichnungen. Es bedeutet:

$e$ die Elasticität in Pariser Zollen.

$\frac{e}{12}$ die Elasticität in Pariser Linien.

$e_{,}$ die Elasticität in englischen Zollen.

$e_{,,}$ die Elasticität in Metern.

$\frac{e_{,,}}{100}$ die Elasticität in Centimetern.

$\frac{e_{,,}}{1000}$ die Elasticität in Millimetern.

$E$ die Elasticität in Atmosphären.

$t$ die Temperatur in Centesimalgraden.

$t_{,}$ die Temperatur in Fahrenheitschen Graden.

$T$ die Temperatur in Reaumurschen Graden.

$T_i$ die Temperatur in Reaumurschen Graden des Luftthermometers.

Zur Reduction auf Pariser Zolle und Centesimal- oder Oktogesimal-Grade, welche Maafse ich bei der Berechnung der Tabellen zu Grunde gelegt habe, hat man ferner

1″ engl. = 0″,938258333.... paris. Maafs

1 Meter = 36″,941333.... paris. Maafs

1 Atmosphäre = 28″ pariser Maafs

$t = 0{,}8\,T$ $\qquad t_i = \frac{4}{5}T + 32.$

## §. 1.

## Zusammenstellung der Formeln über die Elasticität des Wasserdampfs.

### 1. Prony's erste Formel 1794.

(Nouvelle architecture hydraulique; Neue Architectura hydraulica, übers. von Langsdorf §. 1325 [1]). Bd. I. p. 604; Langsdorf Lehrbuch der Hydraulik mit beständiger Rücksicht auf die Erfahrung, Altenburg 1794. 4to. p. 390; Gren's N. J. p. 174; Gehler's n. ph. W. II. 319; Dove's Rep. I. 49; Egen in Poggend. Ann. XXVII. p. 12.)

$$e = 10^{m+nT} - 10^{m,+n,T} - 10^{s,T-r} - 10^{s,T-r,},$$

wo $m = 0{,}068831$ $\qquad s = 0{,}058576$

$n = 0{,}019438$ [2]) $\qquad r = 4{,}686080$

$m_i = 0{,}068605$ [3]) $\qquad s = 0{,}049157$

$n_i = 0{,}013490$ $\qquad r_i = 3{,}932560$ ist.

Die Formel ist auf Versuche von Bétaucourt (Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau. Paris 1792. 4to) gegründet, und stellt diese ziemlich gut dar.

---

[1]) nicht §. 2326. wie im Repert. I. 48. steht.

[2]) im Repert. I. 49 steht 0,091438, in Gehler's n. ph. W. 0,0194438, der oben gegebene Werth ist der in Langsdorf's Uebersetzung angeführte.

[3]) Im Gehler steht 0,068805, in Langsdorf's Uebers. fehlt der ganze Koefficient.

Allein die Versuche sind erstens ungenau, geben, z. B. für $T = 0$ auch $e = 0$, zweitens nicht weit genug ausgedehnt, weshalb die Formel auch für höhere Temperaturen ganz ungenügend ist, da z. B. für $T = +120$, $e$ negativ wird, wie schon Voigt in Gren's N. J. I. 331 gezeigt hat.

2. Prony's zweite Formel 1796.

(Essay experimental et analytique sur les loix de la dilatabilité des fluides élastiques et. cet. Journ. de l'école polytechn. An. IV. Vol. I. cah. 2. p. 24; Langsdorf neue Architekt. hydr. §. 1522. Bd. II. p. 148; Repert. I. 49; Gehler II. 322; Poggend. Ann. XXVII. 13; Gren's N. J. IV. 215; Kämtz Untersuchungen über die Expansivkraft der Dämpfe nach den bisherigen Beobachtungen. Halle 1826. 8. p. 42.)

$$e = mr^T + m_i r_i^T + m_{ii} r_{ii}^T,$$

wo $m = -0{,}00000072460407$ $\quad r = 1{,}172805$
$m_i = +0{,}8648188303$ $\quad r_i = 1{,}047773$
$m_{ii} = -0{,}8648181057$ $\quad r_{ii} = 1{,}028189$ ist.

Gegen diese Formel, welche auf dieselben Beobachtungen gestützt ist, wie die erste, sind auch dieselben Einwendungen zu machen.

3. G. G. Schmidt 1798.

(Versuche über die Expansivkraft, Dichte und latente Hitze des Wasserdampfs bei verschiedenen Temperaturen, Leipzig 1798. 8.; Gren's N. J. IV. 254; Repert. I. 49; Gehler II. 322; Poggend. Ann. XXVII. 13.)

$$e = T^{1{,}4113^*)} + 0{,}105T.$$

Diese Formel ist von Schmidt nach eigenen Beobachtungen berechnet worden, die aber für niedere Temperaturen unrichtig sind, da für $T = 0$ auch $e = 0$ wird.

---

*) Nicht 1,4112, wie im Rep. I. 49 angegeben ist.

4. Soldner's erste Formel 1804.

(Gilbert's Ann. XVII. 44; Rep. I. 49; Gehler II. 329; Poggend. Ann. XXVII. 14.)

$$\log e_t = \log 30{,}13 - \frac{(280-T)(80-T)}{10280}.$$

Die Formel ist auf Dalton's Versuche (Memoirs of the literary and philos. soc. of Manchester 1803. Tom. V. p. 550; Gilbert Ann. XV. 1; Brugnatelli Giorn. Dec. II. P. II. p. 187) gegründet, welche für niedere Temperaturen gut dargestellt werden, während die Formel für $T > 180°$ sehr fehlerhalt wird.

5. La Place 1805.

(Mécanique céleste IV. 273; Rep. I. 49; Gehl. II. 343; Pogg. Ann. XXVII. 15.)

$\lg e_{tt} = \lg 0{,}76 + 0{,}0154547(t-100) - 0{,}0000625826(t-100)^2$.

Auf Dalton's Versuche gegründet.

6. Soldner's zweite Formel 1807.

(Gilbert's Ann. XXV. 411; Gehl. II. 341.)

$\lg e_{tt} = \lg 0{,}76 + 0{,}0193184(T-80) - 0{,}0000977853(T-80)^2$

oder:

$\lg e_{tt} = \lg 0{,}76 + 0{,}1365(T-80)\lg(1{,}3802 - 0{,}00253[T-80])$.

Auf Dalton's Versuche gegründet.

7. Th. Young's erste Formel 1807.

(Lectures on natural philos. II. 400; Rep. I. 49; Pogg. Ann. XXVII. 21; Gehler X. 1063;)

für hohe Temperaturen:

$$e_t = 0{,}1781[1 + 0{,}006(t_t - 32)]^2.$$

8. Th. Young's zweite Formel 1807.

(ebendaselbst zu finden)

für niedere Temperaturen:

$$e_t = 0{,}18 + 0{,}007(t_t - 32) - 0{,}00019(t_t - 32)^2.$$

Nach Versuchen mehrer Physiker, nämlich Dalton, Schmidt, Bétaucourt, Biker u. A.

9. J. T. Mayer 1808.

(Commentat. soc. reg. sc. Gott. rec. Vol. I. ad an. 1808—11; Rep. I. 50; Gehl. II. 345; Poggend. Ann. XXVII. 24.)

$$\log e = 4{,}286 + \log(213 + T) - \frac{1551{,}09}{213 + T}.$$

Nach G. G. Schmidt's Versuchen.

10. Southern 1814.

(Robison mechanical philos. II. 171; Rep. I. 49; Gehl. II. 331; Pogg. Ann. XXVII. 21; Pambour théorie de la machine à vapeur p. 76.)

$$\log(e_t - 0{,}1) = 5{,}14\ ^{1})\log(t_t + 52) - 10{,}97427.$$

11. John Farey 1814.

(A treatise of the steam engine p. 72; Robis. mech. phil. II. 172; Rep. I. 49; Pogg. Ann. XXVII. 21.)

$$\log(e_t - 0{,}1) = 5{,}13\ \log(t_t + 51{,}3) - 10{,}94123.$$

12. Creighton 1814.

(Philos. mag. LIII. 266; Rep. I. 50; Pogg. Ann. XXVII. 23; Gehler X. 1064.)

$$\log(e_t - 0{,}09) = 6[\log(t_t + 85) - 2{,}22679].$$

Diese 3 letzten Formeln 10, 11 und 12 geben für niedrige Temperaturen viel zu niedrige Werthe.

13. Biot 1816.

(Traité de phys. I. 273; Dove Rep. I. 49; Gehler II. 330; Pogg. Ann. XXVII. 15; Phil. Trans. 1818. p. 354; Kämtz Untersuchungen etc. p. 44.)

$$\log e_t = \log 30 - 0{,}01537419551t - 0{,}00006742735t^2 + 0{,}00000003381t^3.$$

Nach Dalton's Versuchen.

14. A. Ure 1818.

(Philos. trans. 1818. p. 338; Schweigger J. XXVIII. 329; Gehler II. 333.)

Für Temperaturen unter $t_t = 210$:

---

[1]) Nicht 5,13 wie im Gehler steht.

$$\log e_i =$$

$$\log 28{,}9 - \left(\frac{210 - t_i}{10}\right) \log \left[\frac{1{,}23 + 1{,}23 + 0{,}01\left(\frac{210 - t_i}{10} - 1\right)}{2}\right].$$

Für Temperaturen über $t_i = 210$:

$$\log e_i =$$

$$\log 28{,}9 - \left(\frac{t_i - 210}{10}\right) \log \left[\frac{1{,}23 + 1{,}23 - 0{,}01\left(\frac{210 - t_i}{10} - 1\right)}{2}\right].$$

Auf eigene Versuche gestützt. Die Formel ist hier so angegeben, wie sie im Gehler steht.

15. Paucker 1819.

(Programm über die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf physikalische Beobachtungen, Mitau 1819; Rep. I. 49; Pogg. Ann. XXVII. 16; Kämtz Untersuchungen etc. p. 52.)

$$\log e_i = \log 30 - 0{,}019127878274\ (80 - T) - 0{,}0001096547488\ (80 - T)^2 + 0{,}000000010953936\ (80 - T)^3.$$

Auf Dalton's Versuche gegründet.

16. Arzberger's erste Formel 1820.

(Jahrbücher des polytechnischen Institutes zu Wien I. 155; Rep. I. 51; Gehl. II. 345; Pogg. Ann. XXVII. 25).

$$\log e = 2{,}83165 + \log(213 + T) - \frac{847{,}3}{140 + T}.$$

17. Arzberger's zweite Formel 1820.

(Ebendaselbst zu finden.)

$$\log e = 2{,}88174 + \log(140 + T) - \frac{830{,}94}{140 + T}.$$

Diese Formel ist auf eigene Versuche bei hohen Temperaturen gegründet, und giebt deshalb für niedrige Temperaturen etwas zu niedrige Werthe. Ich habe sie hier nach Muncke's Reduktion im Gehler gegeben.

18. Christian. 1823.

(Mécanique industrielle II. 236; Rep. I. 49; Gehl. II. 338; Pogg. Ann. XXVII. 20)

$$e = 28(1{,}032)^{t-100}.$$

19. Tregaskis.

(Edinb. Journ. of science X. 69; Rep. I. 49; Pogg. Ann. XXVII. 20 u. 27; Gehler X. 1073.)

$$\log\frac{e_t}{30} = \frac{\log 2}{\log 1{,}2}\log\left(\frac{t+32}{180}\right)^{*)}$$

20. Coriolis.

(Du calcul de l'effet des machines p. 57; Rep. I. 50; Gehler X. 1065.)

$$E = \left(\frac{1+0{,}01878\,t}{2{,}878}\right)^{6{,}333}.$$

Diese 3 letzten Formeln 18, 19 und 20 sind nur für hohe Temperaturen brauchbar, und geben für niedere Temperaturen viel zu kleine Werthe von $e$.

21. Poisson 1823.

(Ann. de chim. et de phys. XXIII. 337; Rep. I. 50; Gehler II. 342; Gilb. Ann. LXXVI. 269; Traité de méc. II. ed. II. 637; Pogg. Ann. XXVII. 24.)

$$e_w = 0{,}76\left(\frac{266{,}67+t}{366{,}67}\right)^{14{,}65}.$$

Diese Formel giebt ebenfalls für niedrige Temperaturen sehr ungenügende Werthe.

22. Kämtz's erste Formel 1826.

(Untersuchungen etc.; Schweigg. J. N. R. XII. 424; Rep. I. 49; Gehl. II. 347; Pogg. Ann. XXVII. 16.)

---

*) So giebt Poggendorf in der Anm. p. 27 die Formel richtig. Bei Egen in Pogg. Ann. XXVII. p. 20 steht:

$$\log e_t = \frac{(\log t_1 - 2)\log 2}{\log 1{,}2},$$

und im Rep. I. 49

$$\log\frac{e_t}{30} = \frac{\log 2}{\log 1{,}2}\log t.$$

$$\log e = 2{,}5263393 - 0{,}01950230219\ (80-T) - 0{,}00007404868\ (80-T)^2 + 0{,}0000066252\ (80-T)^3 + 0{,}00000000399\ (80-T)^4.$$

23. Ivory 1827.

(Phil. Mag. I. p. 4; Rep. I. 49; Pogg. Ann. XXVII. 16; Tredgold traité des machines à vapeur trad. par Mellet p. 124.)

$$\log e_1 = \log 30 + 0{,}0087466\ (t_1-212) - 0{,}000015178\ (t_1-212)^2 + 0{,}000000024825\ (t_1-212)^3.$$

Nach Ure's Versuchen berechnet.

24. August's erste Formel 1828.

(Poggend. Ann. XIII. 122; Rep. I. 49; Poggend. Ann. XXVII. 17,)

$$\log\left(\frac{e}{12}\right) = \frac{23{,}945371\,T_1}{800+3\,T_1} - 2{,}2960383,$$

oder:

$$\log\left(\frac{e}{12}\right) = 0{,}3506511 + \frac{7{,}9817243\,T}{213{,}4878+T}.$$

25. Tredgold 1828.

(Traité des machines à vapeur trad. par Mellet. Bruxelles 1828 p. 101; Rep. I. 50; Pogg. Ann. XXVII. 22; Pambour théorie etc. p. 77; Gehler X. 1064.)

$$e_1 = \left(\frac{t_1+100}{177}\right)^6 \text{ oder } \frac{e_{11}}{100} = \left(\frac{t+73}{84}\right)^6.$$

26. Mellet 1828.

(Ebendaselbst.)

$$\frac{e_{11}}{100} = \left(\frac{t+75}{85}\right)^6 *)$$

*) Bei Egen in Pogg. Ann., im Repert. und selbst bei Mellet im Texte sind die Formeln 25 und 26 so geschrieben:

$$e_1 = \frac{(t_1+100)^6}{177} \quad \frac{e_{11}}{100} = \frac{(t+73)^6}{84} \quad \frac{e_{11}}{100} = \frac{(t+75)^6}{85}.$$

In dieser Form geben aber offenbar alle 3 Formeln ganz

27. Französische Akademiker 1830.

(Mém. de l'Acad. des Sc. X. 193. XI. 897; Ann. de chim. et de phys. XXVII. 101, LIII. p. 74; Rep. I. 50 und 51; Schweigg. J. N. R. XXIX. 200; Pogg. Ann. XVIII. 437. XXVII. 23; Pambour etc. p. 77; Fechner Rep. I. 173; Gehler X. 1056.)

$E = [1+0{,}7153\,(0{,}01t-1)]^5 = (0{,}2847+0{,}007153t)^5$, oder $e = (1+0{,}7153t)^5$ (Dulong).

28. Roche 1830.

(Ann. chim. phys. 1830 Jan.; Rep. I. 50; Pogg. Ann. XVIII. 468; XXVII. 27; Bulletin des sciences math. XIII. 193; Gehler X. 1063.)

$$\log e_u = \log 0{,}76 + \frac{0{,}1644(t-100)}{11+0{,}03(t-100)}.$$

29. Schitko.

(Ueber die Kraft der Wasserdämpfe in Baumgarner u. v. Ettinghausen Zeitschr. Phys. VI. 256; Rep. I. 50; Gehler X. 1085.)

$$\log E = 4\log x + \log(1+0{,}00275038x) + 0{,}0017256x - 7{,}8404207,$$

wo

$$x = \frac{-1+\sqrt{1+153{,}7850506\log(1+0{,}00018018t)}}{0{,}00599839}$$

ist.

Auch diese 3 Formeln 27, 28 und 29 sind nur für hohe Temperaturen brauchbar.

30. Kämtz's zweite Formel 1831.

(Rep. I. 50; Pogg. Ann. XXVII. 25.)

$$\log e = 5{,}6264 + \log(213{,}33+T) - \frac{1630{,}8944541}{213{,}33+T}.$$

Nach Dalton's Versuchen.

---

falsche, ungeheuer grofse Werthe von $e$. Bei Mellet in der Anmerkung steht aber auch die oben angeführte Formel gleichbedeutend neben der bei ihm im Text genannten, als ob auf die Stellung der Klammer gar nichts ankäme.

31. Kämtz's dritte Formel 1831.

(Handbuch der Meteorologie I. 292; Rep. I. 50.)

$$\log e = 5{,}642997 + \log(213{,}33 + T) - \frac{1635{,}05}{213{,}33 + T}.$$

Nach eigenen Versuchen.

32. Egen 1833.

(Pogg. Ann. XXVII. 36; Rep. I. 51; Gehler X. 1070.)

Formel IV.

$$t = 100 + 64{,}29512 \log e + 13{,}89479 \log^2 e$$
$$= 2{,}909769 \log^3 e + 0{,}1742634 \log^4 e.$$

Zur Berechnung von $e$ für ein gegebenes $t$ zu unbequem.

33. Spasky 1833.

(Pogg. Ann. XXX. 333, Gehler X. 1068.)

$$E = [1 + 0{,}00719(t - 100)]^{4{,}9987}.$$

Dies ist die etwas veränderte Formel der französischen Akademiker, die aber auch so noch für niedere Temperaturen ungenügend ist.

34. August's zweite Formel 1837.

(Lehrbuch der Physik I. 596.)

$$E = \left[\frac{6415(1028{,}4 + t)}{1\,000\,000\,000}\right]^{\frac{100-t}{100+\frac{1}{16}t}} \text{ oder:}$$

$$E = \left[\frac{8019(822{,}7 + T)}{1\,000\,000\,000}\right]^{\frac{80-T}{80+\frac{1}{16}T}} *).$$

35 v. Wrede 1840.

(Pogg. Ann. LIII. 225.)

$$\log E = 5{,}737 \frac{t - 100}{374{,}27 + (t - 100)} \left(\frac{0{,}11(t - 100}{374{,}27 + (t - 100)}\right)$$

oder:

$$\log E = \frac{5{,}1059(t - 100)[420{,}53 + (t - 100)]}{(374{,}27 + (t - 100))^2}.$$

*) so und nicht 826,7 wie im Lehrbuch verdruckt ist muſs die Formel heiſsen.

Diese Formel ist nach den Versuchen der französ. Akademiker berechnet, und daher auch nur für höhere Temperaturen brauchbar.

36. Strehlke 1843.

(Pogg. Ann. LVIII. 335.)

$$\log\left(\frac{e}{12}\right) = 0{,}350636 + \frac{0{,}03868508\,T}{1+0{,}00529709\,T}.$$

37. Magnus 1844.

(Pogg. Ann. LXI. p. 247;)

$$\frac{e_u}{1000} = 4{,}525 \cdot 10^{\frac{7{,}4475t}{234{,}69+t}}.$$

38. Holzmann 1845.

(Ueber die Wärme und Elasticität der Dämpfe 1845 p. 21.)

$$\log\left(\frac{e_u}{1000}\right) = 0{,}656 + \frac{7{,}4808t}{236{,}22+t},$$

oder:

$$\frac{e_u}{1000} = 4{,}529 \cdot 10^{\frac{7{,}4808t}{236{,}22+t}}.$$

Dies sind die wichtigsten Formeln über die Elasticität der Wasserdämpfe, die mir bekannt geworden sind. Es entsteht nun die Frage, welcher Formel man bei der Berechnung von Tafeln zu hygrometrischen Beobachtungen folgen soll. Zur Vergleichung der durch die Formeln gegebenen Werthe lasse ich hier eine Zusammenstellung von mehren Tabellen folgen.

Bei dieser vergleichenden Zusammenstellung habe ich erstlich nach solchen Formeln, welche entweder bedeutend von allen Beobachtungsreihen abweichende, oder gar entschieden falsche Werthe gaben, keine Tafeln berechnet, sodann aber unter den Formeln, welche aus denselben Beobachtungen entwickelt waren, nur eine ausgewählt.

Wegen der ungenügenden Beobachtungen habe ich daher nach den älteren Formeln nur wenige Reihen berechnet.

Tabelle I. enthält nun in 12 Columnen die nach folgenden Formeln berechneten Werthe für die Elasticität des Wasserdampfes von $-10° \div +30°$ R.

I. Soldner's erste Formel (4) nach Dalton's Versuchen.

II. Th. Young's zweite Formel (8).

III. Muncke's Formel (17) nach Arzberger's Versuchen.

IV. Ivory's Formel (23) nach Ure's Versuchen.

Sodann folgen:

V. August's erste Formel (24).

VI. Tredgold's Formel (25) } nach Tredgold's Ver-

VII. Mellet's Formel (26) } suchen. *

(VI. und VII., obwohl nach denselben Beobachtungen berechnet, nahm ich doch beide auf, weil mir Tredgold's Originalschrift mit den Versuchen nicht bekannt geworden ist, und ich daher nicht anzugeben vermag, welcher Formel der Vorzug gebührt.)

VIII. Kämtz's dritte Formel (31).

IX. Strehlke's Formel (36).

X. Das arithmetische Mittel aus den 9 ersten Werthen *).

Endlich die beiden neusten Formeln:

XI. Magnus's Formel (37).

XII. Holzmann's Formel (38).

von welchen die erstere als sich den genauen Magnus'schen Versuchen eng anschliefsend, für die beste empirische, die zweite, welche sich der Magnus'schen For-

---

*) Wobei aus VI und VII zuerst das Mittel genommen wurde, um dieselbe Beobachtungsweise nicht zweimal anzuwenden. Der Mittelwerth in der Xten Columne ist also:

$$= \frac{\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III} + \mathrm{IV} + \mathrm{V}\left(\frac{\mathrm{VI} + \mathrm{VII}}{2}\right) + \mathrm{VIII} + \mathrm{IX}}{8}.$$

mel sehr nähert, für die beste theoretische Formel gehalten werden mufs.

Die Werthe der Elasticität sind auf Quecksilberhöhen nach Pariser Zollen, die Temperaturen auf Reaumursche Grade reducirt, wenn in der Formel andere Maafse zu Grunde gelegt waren.

Man sieht aus der Tafel, welche die Werthe nach den zuverlässigsten Formeln enthält, wie abweichend die früheren Bestimmungen in den ersten 9 Reihen von einander sind. Die Reihen 11 und 12 stimmen sehr nahe mit einander und merkwürdigerweise mit der Reihe 10 oder dem arithmetischen Mittel aus den ersten 9 Reihen, überein, was offenbar sehr für ihre Genauigkeit spricht.

Tafel I.

# Tafel I.

## Verschiedene Werthe für die Expansivkraft des Wasserdampfes.

| T. | I. Soldner (4) | II. Th. Young (8) | III. Muncke (17) | IV. Ivory (23) | V. August (24) | VI. Tredgold (25) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — 10 | 0,08174 | 0,06055 | 0,04180 | 0,07075 | 0,07573 | 0,05272 |
| 9 | 0,08898 | 0,06748 | 0,04710 | 0,07753 | 0,08321 | 0,05942 |
| 8 | 0,09682 | 0,07508 | 0,05300 | 0,08509 | 0,09135 | 0,06697 |
| 7 | 0,10530 | 0,08341 | 0,05950 | 0,09322 | 0,10020 | 0,07531 |
| 6 | 0,11448 | 0,09251 | 0,06670 | 0,10114 | 0,10983 | 0,08449 |
| 5 | 0,12440 | 0,10245 | 0,07470 | 0,11165 | 0,12025 | 0,09458 |
| 4 | 0,13511 | 0,11330 | 0,08350 | 0,12206 | 0,13154 | 0,10566 |
| 3 | 0,14669 | 0,12511 | 0,09340 | 0,13335 | 0,14378 | 0,11780 |
| 2 | 0,15919 | 0,13797 | 0,10380 | 0,14559 | 0,15703 | 0,13108 |
| — 1 | 0,17267 | 0,15194 | 0,11540 | 0,15884 | 0,17136 | 0,14559 |
| 0 | 0,18721 | 0,16710 | 0,12820 | 0,17184 | 0,18684 | 0,16141 |
| + 1 | 0,20289 | 0,18350 | 0,14220 | 0,18870 | 0,20356 | 0,17864 |
| 2 | 0,21978 | 0,20136 | 0,15750 | 0,20547 | 0,22159 | 0,19737 |
| 3 | 0,23797 | 0,22064 | 0,17410 | 0,22356 | 0,24103 | 0,21771 |
| 4 | 0,25755 | 0,24147 | 0,19230 | 0,24312 | 0,26198 | 0,23977 |
| 5 | 0,27861 | 0,26397 | 0,21220 | 0,26421 | 0,28453 | 0,26366 |
| 6 | 0,30126 | 0,28825 | 0,23370 | 0,28693 | 0,30879 | 0,28951 |
| 7 | 0,32561 | 0,31441 | 0,25710 | 0,31141 | 0,33487 | 0,31750 |
| 8 | 0,35177 | 0,34258 | 0,28250 | 0,33777 | 0,36288 | 0,34756 |
| 9 | 0,37986 | 0,37289 | 0,31010 | 0,36612 | 0,39296 | 0,38004 |
| 10 | 0,41002 | 0,40547 | 0,33980 | 0,39660 | 0,42522 | 0,41501 |
| 11 | 0,44236 | 0,44046 | 0,37210 | 0,42935 | 0,45981 | 0,45261 |
| 12 | 0,47704 | 0,47800 | 0,40690 | 0,46451 | 0,49688 | 0,49302 |
| 13 | 0,51422 | 0,51826 | 0,44450 | 0,50225 | 0,53654 | 0,53639 |
| 14 | 0,55404 | 0,56138 | 0,48500 | 0,54271 | 0,57900 | 0,58289 |
| 15 | 0,59667 | 0,60755 | 0,52860 | 0,58608 | 0,62440 | 0,63271 |
| 16 | 0,64231 | 0,65678 | 0,57550 | 0,63252 | 0,67292 | 0,68602 |
| 17 | 0,69112 | 0,70972 | 0,62600 | 0,68222 | 0,72473 | 0,74303 |
| 18 | 0,74330 | 0,76680 | 0,68010 | 0,73542 | 0,78003 | 0,80393 |
| 19 | 0,79907 | 0,82627 | 0,73830 | 0,79232 | 0,83903 | 0,86893 |
| 20 | 0,85865 | 0,89046 | 0,80000 | 0,85301 | 0,90192 | 0,93826 |
| 21 | 0,92224 | 0,95887 | 0,86720 | 0,91787 | 0,96892 | 1,01213 |
| 22 | 0,99010 | 1,03173 | 0,93860 | 0,98709 | 1,04028 | 1,09079 |
| 23 | 1,06248 | 1,10929 | 1,01490 | 1,06090 | 1,11621 | 1,17183 |
| 24 | 1,13964 | 1,19180 | 1,09630 | 1,13958 | 1,18031 | 1,26346 |
| 25 | 1,22186 | 1,27851 | 1,18330 | 1,22340 | 1,28283 | 1,35798 |
| 26 | 1,30942 | 1,37269 | 1,27610 | 1,31233 | 1,37406 | 1,45832 |
| 27 | 1,40263 | 1,47164 | 1,37470 | 1,40758 | 1,47093 | 1,56476 |
| 28 | 1,50180 | 1,57663 | 1,47990 | 1,50854 | 1,57374 | 1,67761 |
| 29 | 1,60727 | 1,68799 | 1,59170 | 1,61586 | 1,68280 | 1,79715 |
| + 30 | 1,71937 | 1,80601 | 1,71060 | 1,72985 | 1,79845 | 1,92371 |

# Tafel I.

## Verschiedene Werthe für die Expansivkraft des Wasserdampfes.

| | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T. | Mollet (26) | Kämtz (31) | Strehlke (36) | Mittelw. v. I—IX. | Magnus (37) | Holtzmann (38) |
| −10 | 0,05383 | 0,06775 | 0,07294 | 0,06557 | 0,06376 | 0,06391 |
| 9 | 0,06575 | 0,07450 | 0,08051 | 0,07274 | 0,07052 | 0,07070 |
| 8 | 0,07387 | 0,08192 | 0,08877 | 0,08031 | 0,07791 | 0,07813 |
| 7 | 0,08282 | 0,08992 | 0,09733 | 0,08849 | 0,08611 | 0,08635 |
| 6 | 0,09264 | 0,09867 | 0,10758 | 0,09744 | 0,09498 | 0,09511 |
| 5 | 0,10343 | 0,10817 | 0,11824 | 0,10736 | 0,10462 | 0,10476 |
| 4 | 0,11524 | 0,11933 | 0,12983 | 0,11814 | 0,11507 | 0,11528 |
| 3 | 0,12815 | 0,13075 | 0,14240 | 0,12968 | 0,12660 | 0,12672 |
| 2 | 0,14224 | 0,14163 | 0,15605 | 0,14227 | 0,13908 | 0,13916 |
| −1 | 0,15761 | 0,15500 | 0,17083 | 0,15596 | 0,15257 | 0,15348 |
| 0 | 0,17433 | 0,16925 | 0,18683 | 0,17064 | 0,16716 | 0,16731 |
| +1 | 0,19250 | 0,18458 | 0,20414 | 0,18689 | 0,18316 | 0,18319 |
| 2 | 0,21223 | 0,20125 | 0,22285 | 0,20433 | 0,20041 | 0,20038 |
| 3 | 0,23362 | 0,21917 | 0,24305 | 0,22365 | 0,21903 | 0,21899 |
| 4 | 0,25677 | 0,23858 | 0,26484 | 0,24351 | 0,23905 | 0,23909 |
| 5 | 0,28180 | 0,25942 | 0,28833 | 0,26550 | 0,26092 | 0,26091 |
| 6 | 0,30883 | 0,28192 | 0,31363 | 0,28921 | 0,28445 | 0,28426 |
| 7 | 0,33799 | 0,30617 | 0,34084 | 0,31477 | 0,30975 | 0,30946 |
| 8 | 0,36941 | 0,33225 | 0,37013 | 0,34230 | 0,33713 | 0,33676 |
| 9 | 0,40323 | 0,36033 | 0,40159 | 0,37194 | 0,36642 | 0,36608 |
| 10 | 0,43959 | 0,39042 | 0,43538 | 0,40377 | 0,39808 | 0,39761 |
| 11 | 0,47864 | 0,42275 | 0,47256 | 0,43813 | 0,43199 | 0,43151 |
| 12 | 0,52059 | 0,45750 | 0,51031 | 0,47469 | 0,46831 | 0,46791 |
| 13 | 0,56545 | 0,49475 | 0,55205 | 0,51418 | 0,50765 | 0,50697 |
| 14 | 0,61355 | 0,53458 | 0,59856 | 0,55644 | 0,54969 | 0,54896 |
| 15 | 0,66501 | 0,57742 | 0,64972 | 0,60154 | 0,59484 | 0,59376 |
| 16 | 0,72001 | 0,62317 | 0,69511 | 0,65017 | 0,64263 | 0,64183 |
| 17 | 0,77876 | 0,67209 | 0,74950 | 0,70203 | 0,69442 | 0,69327 |
| 18 | 0,84145 | 0,72450 | 0,80755 | 0,75742 | 0,74961 | 0,74827 |
| 19 | 0,90828 | 0,78025 | 0,86948 | 0,81667 | 0,80850 | 0,80705 |
| 20 | 0,97949 | 0,84008 | 0,93538 | 0,87979 | 0,87115 | 0,86981 |
| 21 | 1,05528 | 0,90363 | 1,00562 | 0,94731 | 0,93853 | 0,93679 |
| 22 | 1,13591 | 0,97167 | 1,08068 | 1,01919 | 1,01027 | 1,00821 |
| 23 | 1,22160 | 1,04458 | 1,16053 | 1,09588 | 1,08648 | 1,08432 |
| 24 | 1,31281 | 1,12167 | 1,24592 | 1,17730 | 1,16742 | 1,16539 |
| 25 | 1,40929 | 1,20383 | 1,33501 | 1,26404 | 1,25416 | 1,25167 |
| 26 | 1,51165 | 1,29167 | 1,43057 | 1,35648 | 1,34636 | 1,34347 |
| 27 | 1,62072 | 1,38458 | 1,53090 | 1,45457 | 1,44407 | 1,44102 |
| 28 | 1,73722 | 1,48333 | 1,63699 | 1,55874 | 1,54758 | 1,54467 |
| 29 | 1,85895 | 1,58167 | 1,75361 | 1,66974 | 1,65833 | 1,65472 |
| +30 | 1,98579 | 1,68999 | 1,87542 | 1,78681 | 1,77551 | 1,77149 |

## §. 2.

## Die Psychrometerformel.

August giebt in seinem Lehrbuche der mechanischen Naturlehre zur Berechnung der Elasticität des Wasserdampfs beim Thaupunkte aus den Temperaturangaben des Psychrometers folgende Formel:

(1.) $$E' = E'' - 0{,}00080358\,(t - t'')b,$$

wo $E'$ die Elasticität des Wassserdampfes beim Thaupunkte,
$E''$ dieselbe bei der Temperatur des feuchten Thermometers,
$t$ die Temperatur der Luft,
$t''$ die Temperatur am feuchten Thermometer,
$b$ den Barometerstand
bedeutet, und die Maafse für $E$ und $t$ dieselben sind, wie im vorigen §.

Zu diesem Werthe gelangt August aus der allgemeinen Formel:

(2.) $$E' = \frac{1 + \frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t'')}{1 + \frac{\varkappa}{\lambda}(t - t'')} E'' - \frac{\frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t'')}{1 + \frac{\varkappa}{\lambda}(t - t'')} b.$$

wo $\delta$ die Dichtigkeit des Wasserdampfes bei 100° C. und unter einer Atmosphäre Druck gegen Luft bei denselben Umständen = 1 gesetzt,
$\gamma$ die specifische Wärme der Luft gegen Wasser,
$\varkappa$ die specifische Wärme des Wasserdampfes gegen Wasser,
$\lambda$ die latente Wärme des Wasserdampfes,
bedeutet.

Um aus dieser Formel die erste zu erhalten, sind bei der Entwickelung die zweiten Glieder zu vernachlässigen. In den Fällen, wo die Temperatur am feuchten Thermometer auf 0° oder unter 0° fällt, wenn also das Wasser an demselben gefriert ist $\lambda$, oder die latente Wärme des Wasserdampfes + der latenten Wärme des Eises, statt $\lambda$ oder der ersteren allein in die Formel einzusetzen.

Für diesen Fall geht die Formel (1.) über in:

(1. $\alpha$) $$E' = E'' - 0{,}00070478\,(t - t'')\,b$$

Wie im vorhergehenden §. gezeigt wurde, hat sich nun, seit August diese Formel aufstellte und Hülfstabellen berechnete, der Werth für $E$ bedeutend verändert. Nicht so bedeutende Aenderungen sind bei den übrigen Werthen eingetreten, jedenfalls noch solche, die bei genauern Beobachtungen von Einflufs sein können.

August setzt $\delta = 0{,}62082$, $\gamma = 0{,}2669$, $\lambda = 535$, $\lambda_1 = 610$ und $\varkappa$ erwähnt er nicht, weil es wegen der Vernachlässigung der zweiten Glieder nicht in Betracht kommt.

Die neusten mir bekannten und zuverlässig scheinenden Bestimmungen dieser Gröfsen sind nun folgende:

| | |
|---|---|
| $\delta$ nach Holtzmann | $= 0{,}6207$ |
| $\gamma$ nach Delaroche und Bérard | $= 0{,}2669$ |
| $\lambda$ nach Brix in Pogg. Ann. LV. 384 | $= 540$ |
| $\lambda_1$ | $= 610$ |
| $\varkappa$ nach Delaroche und Bérard | $= 0{,}817$. |

Setzt man diese Werthe in die Formel (2.) ein, so erhält man:

1) für Temperaturen über 0° am feuchten Thermometer:

$$(3.)\quad E' = \frac{1+0.000796293(t-t'')}{1+0.0015501(t-t'')}E'' - \frac{0.000796293(t-t'')}{1+0.0015501(t-t'')}b.$$

2) für den Fall des Gefrierens am feuchten Thermometer:

$$(3.a)\quad E' = \frac{1+0.000699185(t-t'')}{1+0.001361(t-t'')}E'' - \frac{0.000699185(t-t'')}{1+0.001361(t-t'')}b.$$

Diese Formeln gehen durch Vollziehung der Division und mit Vernachlässigung der zweiten Glieder in

$$(4.)\quad E' = E'' - 0.000796293(t-t'')b,$$

$$(4.a)\quad E' = E'' - 0.000699185(t-t'')b, \quad \text{über.}^{*})$$

---

*) Mit Berücksichtigung der zweiten Glieder wäre die Formel (1)

$$E' = E'' - 0.000796293(t-t'')b - 0.000753807(t-t'')E'' - 0.00000123(t-t'')^2 b.$$

Also würde für den äufsersten wohl vorkommenden Fall, wo $t = 36$, $t'' = 24$ wäre, der Fehler $-0.009$, $E'' = 0.0002b$ sein, man erhielte also bei $b = 1$, $E' = 0.0169$ statt

$$0.0169 - 0.0009 \times 0.0265 - 0.0002 = 0.0165,$$

folglich ist der Fehler wirklich zu vernachlässigen.

Der Werth des numerischen Coefficienten von $(t-t'')b$ in (4) ist nach den Angaben verschiedener Physiker folgender:

| | | |
|---|---|---|
| 1. | August [1]) | 0.00077832 |
| 2. | Kämtz [2]) | 0.00080358 |
| 3. | v. Burg [3]) | 0.00081482 |
| 4. | Stierlin [4]) | 0.00078278 |
| 5. | Bohnenberger [5]) | 0.00071358 |
| 6. | Mittel aus $1 \div 4$ [6]) | 0.00079488 |
| 7. | Formel 4 | 0.00079629. |

Da ich in den folgenden Tabellen die Elasticität in Pariser Zollen und nach beiden Thermometerskalen angeben will, so müssen die Formeln (4.) und (4. *a*) auf diese Maafse reducirt worden, hierdurch werden sie:

(5.)
$$\begin{cases} e' = e'' - 0{,}02230\,(t-t'')\,b \\ e' = e'' - 0{,}02788\,(T-T'')\,b \end{cases}$$

(5. *a*)
$$\begin{cases} e' = e'' - 0{,}01958\,(t-t'')\,b \\ e' = e'' - 0{,}02448\,(T-T')\,b. \end{cases}$$

Vermittelst dieser Formeln ist nun die Elasticität des Thaupunktes sehr leicht zu berechnen. Bei der Reduktion vieler Beobachtungen würde jedoch selbst diese einfache Rechnung noch zu viel Zeit erfordern. Die zunächst folgenden Tafeln werden nun in den Fällen, wo es auf die genaue Berücksichtigung aller Correktionen ankommt, wo also auch

---

[1]) Tafeln, Formeln und Beobachtungen etc. Kämtz Meteorol. I. 318.

[2]) Meteorologie I. 318.

[3]) Zeitschrift für Mathem. und Physik IV. 50.

[4]) Hülfstafeln und Beiträge zur neuern Hygrometrie. Köln 1834 p. 153.

[5]) Naturwissenschaftliche Abhandlungen II. 162.

[6]) Der Coefficient von Bohnenberger wurde bei der Berechnung des Mittels, weil er offenbar viel zu klein ist, fortgelassen. Bohnenberger bestimmte den Coefficienten aus Beobachtungen durch Vergleichung mit dem Daniellschen Hygrometer.

## [illegible] f e l II.

[illegible]nsivkraft der Wasserdämpfe.

[illegible]eiliges Thermometer.

+ 0°.0 ÷ + 39°.9

| [illegible] | 0°.4 | 0° 5 | 0°.6 | 0°.7 | 0°.8 | 0°. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | 17228 | 0.17353 | 0.17481 | 0.17609 | 0.17737 | 0.17 |
| .1 [illegible] | 18523 | 0.18655 | 0.18791 | 0.18927 | 0.19063 | 0.19 |
| .1 [illegible] | 19897 | 0.20038 | 0.20183 | 0.20329 | 0.20475 | 0.20 |
| .1 [illegible] | 21368 | 0.21519 | 0.21673 | 0.21828 | 0.21983 | 0 22 |
| 2 [illegible] | 22930 | 0,23090 | 0.23254 | 0.23418 | 0 23582 | 0.23 |
| .2 [illegible] | 24591 | 0.24762 | 0.24937 | 0.25112 | 0.25287 | 0.25 |
| 2 [illegible] | 26361 | 0.26542 | 0.26727 | 0.26912 | 0.27098 | 0.27 |
| 2 [illegible] | 28234 | 0.28426 | 0.28624 | 0.28822 | 0.29020 | 0.29 |
| ·2 [illegible] | 30234 | 0.30438 | 0.30648 | 0.30858 | 0.31068 | 0.31 |
| 3· [illegible] | 32352 | 0 32568 | 0.32789 | 0.33011 | 0.33233 | 0.33 |
| 3· [illegible] | 34598 | 0.34829 | 0.35065 | 0.35301 | 0.35637 | 0.35 |
| 3– [illegible] | 36984 | 0.37228 | 0.37478 | 0.37728 | 0.37978 | 0.38 |
| 3– [illegible] | 39506 | 0.39763 | 0.40029 | 0.40295 | 0.40561 | 0 40 |
| 3– [illegible] | 42188 | 0.42462 | 0.42743 | 0.43024 | 0.43305 | 0.43 |
| 4– [illegible] | 45022 | 0.45311 | 0.45607 | 0.45903 | 0.46199 | 0 46 |
| 4– [illegible] | 48021 | 0.48328 | 0.48643 | 0.48958 | 0.49273 | 0.49 |
| 4 [illegible] | 51199 | 0.51523 | 0.51855 | 0.52187 | 0.52519 | 0 52 |
| 5 [illegible] | 54549 | 0.54890 | 0.55242 | 0.55595 | 0.55948 | 0.56 |
| 5 [illegible] | 58103 | 0.58466 | 0.58838 | 0.59210 | 0 59582 | 0.59 |
| 5 [illegible] | 61851 | 0 62233 | 0.62624 | 0.63015 | 0 63406 | 0 63 |
| 5 [illegible] | 65805 | 0.66210 | 0.66625 | 0 67040 | 0.67455 | 0.67 |
| 5 [illegible] | 69988 | 0.70414 | 0.70850 | 0.71286 | 0.71722 | 0.72 |
| 6 [illegible] | 74385 | 0.74833 | 0.75295 | 0.75757 | 0.76219 | 0.76 |
| 7 [illegible] | 79041 | 0.79516 | 0.80002 | 0.80488 | 0 80974 | 0 81 |
| 7 [illegible] | 83938 | 0.84437 | 0.84947 | 0.85457 | 0.85967 | 0.86 |
| 8 [illegible] | 89097 | 0.89625 | 0.90165 | 0.90705 | 0.91245 | 0.91 |
| 8 [illegible] | 94538 | 0.95092 | 0.95659 | 0.96226 | 0.96793 | 0.97 |
| 9 [illegible] | 00250 | 1.00831 | 1 01430 | 1.02029 | 1.02628 | 1.03 |
| 0 [illegible] | 06282 | 1 06896 | 1.07524 | 1.08152 | 1.08781 | 1.09 |
| 0 [illegible] | 12613 | 1.13257 | 1.13915 | 1.14574 | 1.15233 | 1.15 |
| 1 [illegible] | 19269 | 1.19949 | 1.20644 | 1.21339 | 1.22035 | 1.22 |
| 1 [illegible] | 26275 | 1.26988 | 1.27716 | 1.28445 | 1.29174 | 1.29 |
| 2 [illegible] | 33614 | 1.34360 | 1.35128 | 1.35897 | 1.36666 | 1.37 |
| 3 [illegible] | 41349 | 1.42136 | 1.42940 | 1.43745 | 1.44550 | 1.45 |
| 3 [illegible] | 49452 | 1.50275 | 1.51117 | 1.51959 | 1.52801 | 1 53 |
| 4 [illegible] | 57953 | 1.58821 | 1.59708 | 1.60595 | 1.61482 | 1.62 |
| 5 [illegible] | 66885 | 1.67793 | 1.68720 | 1.69647 | 1.70575 | 1.71 |
| 6 [illegible] | 76223 | 1.77172 | 1.78040 | 1.79009 | 1.79978 | 1.80 |
| 6 [illegible] | 86001 | 1.86998 | 1.88018 | 1.89038 | 1.90058 | 1.91 |
| 7 [illegible] | 96274 | 1.97318 | 1.98386 | 1.99454 | 2.00522 | 2.01 |

T

Zur Bestimmung des Druckes der Dampfatmosph
wenn die Kugel des nass

100th

| $t-t'$ | 26".0 | 26".1 | 26".2 | 26".3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.01818 | 0.01825 | 0.01832 | 0.01839 | 0. |
| 2 | 0.03636 | 0.03650 | 0.03664 | 0.03678 | 0. |
| 3 | 0.05454 | 0.05475 | 0.05496 | 0.05517 | 0. |
| 4 | 0.07272 | 0.07300 | 0.07328 | 0.07356 | 0. |
| 5 | 0.09091 | 0.09126 | 0.09161 | 0.09196 | 0. |
| 6 | 0.10909 | 0.10951 | 0.10993 | 0.11035 | 0. |
| 7 | 0.12727 | 0.12776 | 0.12825 | 0.12874 | 0. |
| 8 | 0.14545 | 0.14601 | 0.14657 | 0.14713 | 0. |
| 9 | 0.16363 | 0.16426 | 0.16489 | 0.16552 | 0. |
| 10 | 0.18181 | 0.18251 | 0.18321 | 0.18391 | 0. |

| $t-t'$ | 27".0 | 27".1 | 27".2 | 27".3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.01888 | 0.01895 | 0.01902 | 0.01909 | |
| 2 | 0.03776 | 0.03790 | 0.03804 | 0.03818 | |
| 3 | 0.05664 | 0.05685 | 0.05706 | 0.05727 | |
| 4 | 0.07552 | 0.07580 | 0.07608 | 0.07636 | 0. |
| 5 | 0.09441 | 0.09476 | 0.09511 | 0.09546 | 0. |
| 6 | 0.11329 | 0.11371 | 0.11413 | 0.11455 | 0. |
| 7 | 0.13217 | 0.13266 | 0.13315 | 0.13364 | 0. |
| 8 | 0.15105 | 0.15161 | 0.15217 | 0.15273 | 0. |
| 9 | 0.16993 | 0.17056 | 0.17119 | 0.17182 | 0. |
| 10 | 0.18881 | 0.18951 | 0.19021 | 0.19091 | 0. |

| $t-t'$ | 28".0 | 28".1 | 28".2 | 28".3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.01958 | 0.01965 | 0.01972 | 0.01979 | 0. |
| 2 | 0.03916 | 0.03930 | 0.03944 | 0.03958 | 0. |
| 3 | 0.05874 | 0.05895 | 0.05916 | 0.05937 | 0. |
| 4 | 0.07832 | 0.07860 | 0.07888 | 0.07916 | 0. |
| 5 | 0.09790 | 0.09825 | 0.09860 | 0.09895 | 0. |
| 6 | 0.11748 | 0.11790 | 0.11832 | 0.11874 | 0. |
| 7 | 0.13706 | 0.13755 | 0.13804 | 0.13853 | 0. |
| 8 | 0.15664 | 0.15720 | 0.15776 | 0.15832 | 0. |
| 9 | 0.17622 | 0.17685 | 0.17748 | 0.17811 | 0. |
| 10 | 0.19580 | 0.19650 | 0.19720 | 0.19790 | 0. |

der Barometerstand in Anschlag gebracht werden mu
eine beträchtliche Hülfe sein.

Die Tafeln sind folgende:

Tafel II. enthält die Elasticität des Wasserdampfes bei de
Temperaturen von — 39.°9 ÷ 39.°9 von Zehntel z
Zehntel Grad nach der hundertheiligen Skale, und i
Quecksilberhöhen nach Pariser Zollen ausgedrück
Diese Werthe sind nach der Holtzmannschen Form
berechnet.

Tafel III. enthält den Werth des zweiten Gliedes der Psy
chrometerformel bei den Barometerständen von 26.°
bis 28.°9 von Zehntel zu Zehntel Zoll, und für jede
beliebigen Temperaturunterschied nach der 100theilige
Skale, so lange die Temperatur am feuchten Thermo
meter gröfser als 0° ist. Die Zahlen in der Tafel gel
ten für ganze Grade, sind also für Zehntel Grade ein
Decimalstelle weiter nach rechts zu setzen, so da
z. B. bei 26.°0 Barometerstand, wenn $(t - t')$ = 1
ist, der Werth des von $e''$ abzuziehenden Glied
= 0.02071 ist. Ist nun $(t - t')$ = 1.°1, so ist de
Werth des abzuziehenden Gliedes = 0.02071 + 0.0020
= 0.02278. Durch eine leicht im Kopfe auszuführend
Rechnung liefert also diese Tafel den von $e''$ zu sub
trahirenden Werth für Zehntel Grade.

Tafel IV. enthält den Werth des zweiten Gliedes der Psy
chrometerformel für den Fall, wo das Wasser am feuch
ten Thermometer gefroren ist, ebenfalls nach der hun
dertheiligen Skale.

Die Tafeln V. VI. VII. geben respektive nach der 80theil
gen Skale dieselben Werthe wie die Tafeln II. I
und IV.

T

Für die Exp

80 th

| T | 0°.0 | 0°.1 | 0°.2 | 0°.3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| + 0 | 0.16731 | 0.16886 | 0.17041 | 0.17197 | 0 |
| 1 | 0.18819 | 0.18467 | 0.18655 | 0.18823 | 0 |
| 2 | 0.20038 | 0.20220 | 0.20402 | 0.20584 | 0 |
| 3 | 0.21899 | 0.22096 | 0.22293 | 0.22490 | 0 |
| 4 | 0.23910 | 0.24123 | 0.24336 | 0.24549 | 0 |
| 5 | 0.26082 | 0.26312 | 0.26542 | 0.26772 | 0 |
| 6 | 0.28426 | 0.28674 | 0.28922 | 0.29170 | 0 |
| 7 | 0.30954 | 0.31221 | 0.31488 | 0.31755 | 0 |
| 8 | 0.33677 | 0.33965 | 0.34253 | 0.34541 | 0 |
| 9 | 0.36609 | 0.36918 | 0.37228 | 0.37538 | 0 |
| 10 | 0.39763 | 0.40095 | 0.40428 | 0.40761 | |
| 11 | 0.43153 | 0.43510 | 0.43867 | 0.44225 | |
| 12 | 0.46793 | 0.47176 | 0.47560 | 0.47944 | |
| 13 | 0.50700 | 0.51111 | 0.51523 | 0.51935 | |
| 14 | 0.54890 | 0.55331 | 0.55772 | 0.56213 | |
| 15 | 0.59380 | 0.59853 | 0.60326 | 0.60799 | |
| 16 | 0.64188 | 0.64693 | 0.65198 | 0.65704 | |
| 17 | 0.69332 | 0.69873 | 0.70414 | 0.70955 | |
| 18 | 0.74833 | 0.75411 | 0.75989 | 0.76567 | |
| 19 | 0.80712 | 0.81329 | 0.81946 | 0.82563 | |
| 20 | 0.86989 | 0.87648 | 0.88307 | 0.88966 | |
| 21 | 0.93687 | 0.94389 | 0.95092 | 0.95795 | |
| 22 | 1.00831 | 1.01580 | 1.02329 | 1.03078 | |
| 23 | 1.08443 | 1.09241 | 1.10039 | 1.10837 | |
| 24 | 1.16551 | 1.17400 | 1.18249 | 1.19099 | |
| 25 | 1.25181 | 1.26084 | 1.26988 | 1.27892 | |
| 26 | 1.34360 | 1.35321 | 1.36283 | 1.37243 | |
| 27 | 1.44118 | 1.45189 | 1.46160 | 1.47181 | |
| 28 | 1.54485 | 1.55569 | 1.56658 | 1.57737 | |
| 29 | 1.65492 | 1.66642 | 1.67793 | 1.68944 | |
| + 30 | 1.77172 | 1.78383 | 1.79594 | 1.80805 | |

## [redacted]afel V.

[redacted]nsivkraft der Wasserdämpfe.

[redacted]eiliges Thermometer.

0°.0 ÷ +30°.[redacted]

| [redacted] | 0°.4 | 0°.5 | 0°.6 | 0°.7 | 0°.8 | 0°[redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | .17353 | 0.17509 | 0.17671 | 0.17833 | 0.17995 | 0.18[redacted] |
| [redacted] | .18992 | 0.19161 | 0.19336 | 0.19511 | 0.19686 | 0.19[redacted] |
| [redacted] | .20767 | 0.20950 | 0.21139 | 0.21329 | 0.21519 | 0.21[redacted] |
| [redacted] | .22587 | 0.22885 | 0.23090 | 0.23295 | 0.23500 | 0.23[redacted] |
| [redacted] | .24762 | 0.24975 | 0.25196 | 0.25417 | 0.25638 | 0.25[redacted] |
| [redacted] | .27002 | 0.27232 | 0.27470 | 0.27709 | 0.27948 | 0.28[redacted] |
| [redacted] | .29418 | 0.29667 | 0.29924 | 0.30181 | 0.30438 | 0.30[redacted] |
| [redacted] | .32023 | 0.32291 | 0.32568 | 0.32845 | 0.33122 | 0.33[redacted] |
| [redacted] | .34829 | 0.35117 | 0.35415 | 0.35713 | 0.36011 | 0.36[redacted] |
| [redacted] | .37848 | 0.38158 | 0.38479 | 0.38800 | 0.39121 | 0.39[redacted] |
| [redacted] | .41094 | 0.41427 | 0.41772 | 0.42117 | 0.42462 | 0.42[redacted] |
| [redacted] | .44583 | 0.44941 | 0.45311 | 0.45681 | 0.46051 | 0.46[redacted] |
| [redacted] | .48328 | 0.48712 | 0.49109 | 0.49506 | 0.49904 | 0.50[redacted] |
| [redacted] | .52347 | 0.52759 | 0.53185 | 0.53611 | 0.54037 | 0.54[redacted] |
| [redacted] | .56654 | 0.57096 | 0.57552 | 0.58009 | 0.58466 | 0.58[redacted] |
| [redacted] | .61272 | 0.61745 | 0.62233 | 0.62721 | 0.63210 | 0.63[redacted] |
| [redacted] | .66210 | 0.66716 | 0.67239 | 0.67762 | 0.68285 | 0.68[redacted] |
| [redacted] | .71496 | 0.72037 | 0.72596 | 0.73155 | 0.73714 | 0.74[redacted] |
| [redacted] | .77145 | 0.77724 | 0.78321 | 0.78918 | 0.79516 | 0.80[redacted] |
| [redacted] | .83181 | 0.83799 | 0.84437 | 0.85075 | 0.85713 | 0.86[redacted] |
| [redacted] | .89625 | 0.90284 | 0.90964 | 0.91644 | 0.92325 | 0.93[redacted] |
| [redacted] | .96498 | 0.97201 | 0.97927 | 0.98653 | 0.99379 | 1.00[redacted] |
| [redacted] | .03827 | 1.04577 | 1.05350 | 1.06123 | 1.06896 | 1.07[redacted] |
| [redacted] | .11635 | 1.12434 | 1.13257 | 1.14080 | 1.14903 | 1.15[redacted] |
| [redacted] | .19949 | 1.20799 | 1.21675 | 1.22551 | 1.23427 | 1.24[redacted] |
| [redacted] | .28796 | 1.29700 | 1.30632 | 1.31564 | 1.32496 | 1.33[redacted] |
| [redacted] | .38204 | 1.39165 | 1.40155 | 1.41145 | 1.42136 | 1.43[redacted] |
| [redacted] | .48202 | 1.49223 | 1.50275 | 1.51327 | 1.52379 | 1.53[redacted] |
| [redacted] | .58821 | 1.59906 | 1.61023 | 1.62140 | 1.63257 | 1.64[redacted] |
| [redacted] | .70095 | 1.71246 | 1.72431 | 1.73616 | 1.74801 | 1.75[redacted] |
| [redacted] | .82016 | 1.83261 | 1.84506 | 1.85752 | 1.86998 | 1.88[redacted] |

T

Zur Bestimmung des Druckes der Dampfatmosph
wenn die Kugel des nas

80th

| T—T' | 26".0 | 26".1 | 26".2 | 26".3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.02273 | 0.02282 | 0.02291 | 0.02299 | |
| 2 | 0.04546 | 0.04564 | 0.04581 | 0.04599 | |
| 3 | 0.06819 | 0.06846 | 0.06872 | 0.06898 | |
| 4 | 0.09093 | 0.09128 | 0.09162 | 0.09197 | |
| 5 | 0.11366 | 0.11409 | 0.11453 | 0.11497 | |
| 6 | 0.13639 | 0.13691 | 0.13744 | 0.13796 | |
| 7 | 0.15912 | 0.15973 | 0.16034 | 0.16096 | |
| 8 | 0.18185 | 0.18255 | 0.18325 | 0.18395 | |
| 9 | 0.20458 | 0.20537 | 0.20616 | 0.20694 | |
| 10 | 0.22731 | 0.22819 | 0.22906 | 0.22994 | |

| T—T' | 27".0 | 27".1 | 27".2 | 27".3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.02361 | 0.02369 | 0.02378 | 0.02387 | |
| 2 | 0.04721 | 0.04739 | 0.04756 | 0.04774 | |
| 3 | 0.07082 | 0.07108 | 0.07134 | 0.07160 | |
| 4 | 0.09442 | 0.09477 | 0.09512 | 0.09547 | |
| 5 | 0.11803 | 0.11847 | 0.11890 | 0.11934 | |
| 6 | 0.14163 | 0.14216 | 0.14268 | 0.14321 | |
| 7 | 0.16524 | 0.16585 | 0.16646 | 0.16708 | |
| 8 | 0.18885 | 0.18954 | 0.19024 | 0.19094 | |
| 9 | 0.21245 | 0.21324 | 0.21403 | 0.21481 | |
| 10 | 0.23606 | 0.23693 | 0.23781 | 0.23868 | |

| T—T' | 28".0 | 28".1 | 28".2 | 28".3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.02448 | 0.02457 | 0.02465 | 0.02474 | |
| 2 | 0.04896 | 0.04913 | 0.04931 | 0.04948 | |
| 3 | 0.07344 | 0.07370 | 0.07396 | 0.07423 | |
| 4 | 0.09792 | 0.09827 | 0.09862 | 0.09897 | |
| 5 | 0.12240 | 0.12284 | 0.12327 | 0.12371 | |
| 6 | 0.14688 | 0.14740 | 0.14793 | 0.14845 | |
| 7 | 0.17136 | 0.17197 | 0.17258 | 0.17320 | |
| 8 | 0.19584 | 0.19654 | 0.19724 | 0.19794 | |
| 9 | 0.22032 | 0.22111 | 0.22189 | 0.22268 | |
| 10 | 0.24480 | 0.24567 | 0.24655 | 0.24742 | |

f e l VII.

eim Thaupunkte aus den Beobachtungen am Psychrometer,
Thermometers mit Eis überzogen ist.

s Thermometer.

| | 26°.5 | 26°.6 | 26°.7 | 26°.8 | 26°.9 | $T-T''$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0.02317 | 0.02326 | 0.02334 | 0.02343 | 0.02352 | 1 |
| 6 | 0.04634 | 0.04651 | 0.04669 | 0.04686 | 0.04704 | 2 |
| 4 | 0.06950 | 0.06977 | 0.07003 | 0.07029 | 0.07055 | 3 |
| 2 | 0.09267 | 0.09302 | 0.09337 | 0.09372 | 0.09407 | 4 |
| 0 | 0.11584 | 0.11628 | 0.11672 | 0.11715 | 0.11759 | 5 |
| 9 | 0.13901 | 0.13954 | 0.14006 | 0.14059 | 0.14111 | 6 |
| 7 | 0.16218 | 0.16279 | 0.16340 | 0.16402 | 0.16463 | 7 |
| 5 | 0.18535 | 0.18605 | 0.18675 | 0.18745 | 0.18815 | 8 |
| 3 | 0.20852 | 0.20930 | 0.21009 | 0.21088 | 0.21166 | 9 |
| 1 | 0.23169 | 0.23256 | 0.23343 | 0.23431 | 0.23518 | 10 |

| | 27°.5 | 27°.6 | 27°.7 | 27°.8 | 27°.9 | $T-T''$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0.02404 | 0.02413 | 0.02422 | 0.02431 | 0.02439 | 1 |
| 1 | 0.04809 | 0.04826 | 0.04844 | 0.04861 | 0.04879 | 2 |
| 7 | 0.07213 | 0.07239 | 0.07265 | 0.07292 | 0.07318 | 3 |
| 2 | 0.09617 | 0.09653 | 0.09687 | 0.09722 | 0.09757 | 4 |
| 8 | 0.12021 | 0.12065 | 0.12109 | 0.12153 | 0.12196 | 5 |
| 3 | 0.14425 | 0.14478 | 0.14531 | 0.14583 | 0.14636 | 6 |
| 9 | 0.16830 | 0.16891 | 0.16952 | 0.17014 | 0.17075 | 7 |
| 4 | 0.19234 | 0.19304 | 0.19374 | 0.19444 | 0.19514 | 8 |
| 0 | 0.21639 | 0.21717 | 0.21796 | 0.21875 | 0.21953 | 9 |
| 5 | 0.24043 | 0.24130 | 0.24218 | 0.24305 | 0.24393 | 10 |

| | 28°.5 | 28°.6 | 28°.7 | 28°.8 | 28°.9 | $T-T''$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 0.02492 | 0.02501 | 0.02509 | 0.02518 | 0.02527 | 1 |
| 6 | 0.04983 | 0.05001 | 0.05018 | 0.05036 | 0.05053 | 2 |
| 9 | 0.07475 | 0.07501 | 0.07528 | 0.07554 | 0.07580 | 3 |
| 2 | 0.09967 | 0.10002 | 0.10037 | 0.10072 | 0.10107 | 4 |
| 5 | 0.12459 | 0.12503 | 0.12546 | 0.12590 | 0.12633 | 5 |
| 8 | 0.14950 | 0.15003 | 0.15055 | 0.15108 | 0.15160 | 6 |
| 1 | 0.17442 | 0.17503 | 0.17564 | 0.17626 | 0.17687 | 7 |
| 4 | 0.19934 | 0.20004 | 0.20074 | 0.20144 | 0.20214 | 8 |
| 7 | 0.22425 | 0.22504 | 0.22583 | 0.22661 | 0.22740 | 9 |
| 0 | 0.24917 | 0.25005 | 0.25092 | 0.25179 | 0.25267 | 10 |

Der Gebrauch der Tafeln ist nun sehr einfach. Sind z. B. die Angaben des Psychrometers bei 27″.6 Barometerstand

$$T = 17°.6,\ T'' = 11°.3 \text{ also } (T - T'') = 6°.3,$$

so findet man zuerst in Tafel V. bei 11°.3

$$e'' = 0.44225,$$

in Tafel VI. bei 6° 0.16489 und bei 3° 0,08245 also bei 6°.3 0.16489 + 0.00825 oder 0.17314, folglich ist

$$e' = 0.44225 - 0.17314 = 0.26911,$$

und hierzu findet man in Tafel V. die Temperatur des Thaupunktes $T' = 5°.4$.

Oder sind die Angaben des Psychrometers bei 26″.5 Barometerstand:

$$T = +0°.3,\ T'' = -1°.5 \text{ also } (T - T'') = 1°.7,$$

so findet man in Tafel V.

$$e'' = 0.14577,$$

davon ist nach Tafel VII. abzuziehen

$$0.02317 + 0.01622 = 0.03939,$$

um $e''$ zu erhalten. Folglich:

$$e' = 0.10638,$$

und nach Tafel V. $T' = -4°.8$.

Sind die Angaben des Psychrometers nach dem 100 theiligen Thermometer, so findet man auf entsprechende Weise $e'$ und $t'$ aus den Tafeln II. III. und IV.

## §. 3.

## Von der relativen Dampfsättigung.

Wir besitzen bis jetzt noch kein Instrument, um die relative Dampfsättigung, d. h. die in der Luft enthaltene

Dampfmenge, als Bruchtheil des bei der bestehenden Lufttemperatur überhaupt möglichen Dampfquantums ausgedrückt, eine der wichtigsten Bestimmungen für die Meteorologie und für einige technische Zwecke, direkt beobachten zu können. Das Saussuresche Haarhygrometer, welches eine solche Beobachtung möglich machen soll, ist ein zu unzuverlässiges Instrument, und selbst wenn es mit der größten Sorgfalt angefertigt würde, bleibt es erstlich noch zweifelhaft, ob die Ausdehnung des Haars proportional der Feuchtigkeit der Luft zunimmt, sodann kann, was wichtiger ist, der Einfluss der Temperatur auf Verlängerung und Verkürzung des Haares nicht berücksichtigt werden, endlich mag auch die Struktur des Haars auf die Angaben des Instrumentes einwirken, kurz das Resultat ist dieses, dass es unmöglich ist, einen übereinstimmenden Gang bei mehren dieser Instrumente zu erreichen.

Man bleibt daher für jetzt auf die Berechnung des Werthes der relativen Dampfsättigung angewiesen. Ist nämlich $e$ die Elasticität des Dampfes im Maximum der Spannung bei der Lufttemperatur $t$ und $e'$ die Elasticität des Dampfes bei der Temperatur des $t'$ des Thaupunktes, so ist die relative Dampfelasticität $E = \frac{e'}{e}$.

Den Werth von $e$ und $e'$ findet man nach den Angaben des Psychrometers in den eben gegebenen Tafeln, und somit durch eine einfache Division den Werth von $E$. In den beiden vorhin gegebenen Beispielen wäre:

$$E = \frac{0.26911}{0.72596} = 0.371, \quad E = \frac{0.10638}{0.17041} = 0.624.$$

Es liefsen sich nun zwar Hülfstafeln anfertigen, welche für verschiedene Barometerstände und Temperaturunterschiede an den Thermometern des Psychrometers un-

mittelbar ohne Rechnung die Elasticität des Thaupunktes und die relative Dampfsättigung angäben. Allein wenn man sehr verschiedene Barometerstände und diese in kleinen Intervallen, z. B. wie in Tafel III., ferner die Temperaturunterschiede von Zehntel zu Zehntel Grad berücksichtigen wollte, würden die Tafeln eine für den praktischen Gebrauch unbehülfliche Ausdehnung erhalten.

Für solche Zwecke indessen, wo es nicht darauf ankommt, ob der Thaupunkt auf mehr als einen halben Grad genau gefunden wird, und wo man die Correktion des Barometerstandes vernachlässigen kann, lassen sich noch ziemlich bequeme Hülfstafeln berechnen. Die folgenden Tafeln sind nun so eingerichtet, dafs man bei den Temperaturen der Luft von $-10^{\circ} \div +30^{\circ}$ von halben zu halben Graden, und bei Temperaturunterschieden an den beiden Thermometern des Psychrometers von $0^{\circ}.0 \div 12^{\circ}.0$ ebenfalls von halben zu halben Graden, die Elasticität und Temperatur des Thaupunktes, und die relative Dampfsättigung angegeben findet, wobei der mittlere Barometerstand angenommen worden ist.

Wie vorher habe ich auch hier die Tafeln für beide Skalen berechnet. Der vertikale Index der Tafeln ist die Lufttemperatur $t$ oder $T$, der horizontale der Temperaturunterschied an den Thermometern des Psychrometers $(t-t'')$ oder $(T-T'')$.

Der Reihe nach ist der Inhalt der Tafeln folgender:

Tafel VIII.

Werthe für die Elasticität des Thaupunktes, $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen nach der 100theiligen Skale.

Tafel IX.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen nach der 100theiligen Skale.

Tafel X.

Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen nach der 80theiligen Skale.

Tafel XI.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen, nach der 80theiligen Skale.

# Tafel VIII.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t.-10°.0 \div +10°.0$ $(t-t'').0°.0 \div 2°.5$

| $t$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| − 10.0 | 0.07813 | | | | | |
| 9.5 | 0.08129 | | | | | |
| 9.0 | 0.08457 | | | | | |
| 8.5 | 0.08796 | | | | | |
| 8.0 | 0.09147 | 0.07817 | | | | |
| 7.5 | 0.09511 | 0.08168 | | | | |
| 7.0 | 0.09887 | 0.08532 | | | | |
| 6.5 | 0.10276 | 0.08908 | | | | |
| 6.0 | 0.10679 | 0.09297 | 0.07929 | | | |
| 5.5 | 0.11096 | 0.09700 | 0.08318 | | | |
| 5.0 | 0.11528 | 0.10117 | 0.08721 | | | |
| 4.5 | 0.11974 | 0.10549 | 0.09138 | 0.07742 | | |
| 4.0 | 0.12435 | 0.10995 | 0.09570 | 0.08159 | | |
| 3.5 | 0.12912 | 0.11456 | 0.10016 | 0.08591 | | |
| 3.0 | 0.13406 | 0.11933 | 0.10477 | 0.09037 | 0.07612 | |
| 2.5 | 0.13915 | 0.12427 | 0.10954 | 0.09498 | 0.08058 | |
| 2.0 | 0.14442 | 0.12936 | 0.11448 | 0.09975 | 0.08519 | |
| 1.5 | 0.14987 | 0.13463 | 0.11957 | 0.10469 | 0.08996 | |
| 1.0 | 0.15549 | 0.14008 | 0.12484 | 0.10978 | 0.09490 | 0.08017 |
| − 0.5 | 0.16130 | 0.14570 | 0.13029 | 0.11505 | 0.09999 | 0.08511 |
| 0. | 0.16731 | 0.15151 | 0.13591 | 0.12050 | 0.10526 | 0.09020 |
| + 0.5 | 0.17351 | 0.15752<br>0.15616 | 0.14172 | 0.12612 | 0.11071 | 0.09547 |
| 1.0 | 0.17991 | 0.16236 | 0.14773<br>0.14501 | 0.13193 | 0.11633 | 0.10092 |
| 1.5 | 0.18652 | 0.16876 | 0.15121 | 0.13794<br>0.13386 | 0.12214 | 0.10654 |
| 2.0 | 0.19334 | 0.17537 | 0.15761 | 0.14006 | 0.12815<br>0.12271 | 0.11235 |
| 2.5 | 0.20038 | 0.18219 | 0.16422 | 0.14646 | 0.12891 | 0.11836<br>0.11156 |
| 3.0 | 0.20765 | 0.18923 | 0.17104 | 0.15307 | 0.13531 | 0.11776 |
| 3.5 | 0.21515 | 0.19650 | 0.17808 | 0.15989 | 0.14192 | 0.12416 |
| 4.0 | 0.22288 | 0.20400 | 0.18535 | 0.16693 | 0.14874 | 0.13077 |
| 4.5 | 0.23087 | 0.21173 | 0.19285 | 0.17420 | 0.15578 | 0.13759 |
| 5.0 | 0.23910 | 0.21972 | 0.20058 | 0.18170 | 0.16305 | 0.14463 |
| 5.5 | 0.24759 | 0.22795 | 0.20857 | 0.18943 | 0.17055 | 0.15190 |
| 6.0 | 0.25634 | 0.23644 | 0.21680 | 0.19742 | 0.17828 | 0.15940 |
| 6.5 | 0.26537 | 0.24519 | 0.22529 | 0.20565 | 0.18627 | 0.16713 |
| 7.0 | 0.27467 | 0.25422 | 0.23404 | 0.21414 | 0.19450 | 0.17512 |
| 7.5 | 0.28426 | 0.26352 | 0.24307 | 0.22289 | 0.20299 | 0.18335 |
| 8.0 | 0.29415 | 0.27311 | 0.25237 | 0.23192 | 0.21174 | 0.19184 |
| 8.5 | 0.30433 | 0.38300 | 0.26196 | 0.24122 | 0.22077 | 0.20059 |
| 9.0 | 0.31483 | 0.29318 | 0.27185 | 0.25081 | 0.23007 | 0.20962 |
| 9.5 | 0.32564 | 0.30368 | 0.28203 | 0.26070 | 0.23966 | 0.21892 |
| + 10.0 | 0.33677 | 0.31449 | 0.29253 | 0.27088 | 0.24955 | 0.22851 |

# Tafel VIII.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100 theiliges Thermometer. $t.+0°.5 \div +10°.0$
$(t-t'').3°.0 \div 6°.0$

| $t$ | 3.0 | 3.5 | 4.4 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0.5 | 0.08041 | | | | | | |
| 1.0 | 0.08568 | | | | | | |
| 1.5 | 0.09113 | | | | | | |
| 2.0 | 0.09675 | 0.08134 | | | | | |
| 2.5 | 0.10256 | 0.08696 | | | | | |
| 3.0 | 0.10857 / 0.10041 | 0.09277 | 0.07717 | | | | |
| 3.5 | 0.10661 | 0.09878 / 0.09261 | 0.08298 | | | | |
| 4.0 | 0.11301 | 0.09546 | 0.08899 / 0.07811 | | | | |
| 4.5 | 0.11962 | 0.10186 | 0.08481 | | | | |
| 5.0 | 0.12644 | 0.10847 | 0.09071 | | | | |
| 5.5 | 0.13348 | 0.11520 | 0.09732 | 0.07956 | | | |
| 6.0 | 0.14075 | 0.12233 | 0.10414 | 0.08617 | | | |
| 6.5 | 0.14825 | 0.12980 | 0.11118 | 0.09299 | | | |
| 7.0 | 0.15598 | 0.13710 | 0.11845 | 0.10000 | 0.08164 | | |
| 7.5 | 0.16397 | 0.14488 | 0.12595 | 0.10730 | 0.08848 | | |
| 8.0 | 0.17220 | 0.15282 | 0.13368 | 0.11480 | 0.09617 | 0.07773 | |
| 8.5 | 0.18069 | 0.16105 | 0.14167 | 0.12253 | 0.10465 | 0.08500 | |
| 9.0 | 0.18944 | 0.16954 | 0.14990 | 0.13052 | 0.11138 | 0.09250 | |
| 9.5 | 0.19847 | 0.17829 | 0.15839 | 0.13875 | 0.11937 | 0.10023 | 0.08135 |
| + 10.0 | 0.20777 | 0.18732 | 0.16714 | 0.14724 | 0.12760 | 0.10822 | 0.08908 |

# Tafel VIII.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t \cdot + - 10°.0 \div + 30°.0$
$(t - t'') \cdot 0°.0 \div 2°.5$

| t | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.33677 | 0.31449 | 0.29253 | 0.27088 | 0.24955 | 0.22851 |
| 5 | 0.34825 | 0.32562 | 0.30334 | 0 28138 | 0.25973 | 0.23840 |
| 11.0 | 0.36006 | 0.33710 | 0.31447 | 0.29219 | 0.27023 | 0.24858 |
| 5 | 0.37222 | 0.34891 | 0.32595 | 0.30332 | 0.28104 | 0.25908 |
| 12.0 | 0.38474 | 0.36107 | 0.33776 | 0.31480 | 0 29217 | 0.26989 |
| 5 | 0.39763 | 0.37359 | 0.34992 | 0.32661 | 0.30365 | 0.28102 |
| 13.0 | 0.41090 | 0.38648 | 0.36244 | 0.33877 | 0.31546 | 0.29250 |
| 5 | 0.42455 | 0.39975 | 0.37533 | 0.35129 | 0.32762 | 0.30431 |
| 14.0 | 0.43860 | 0.41340 | 0.38860 | 0.36418 | 0.34014 | 0.31647 |
| 5 | 0.45306 | 0.42745 | 0.40225 | 0.37745 | 0.35303 | 0.32899 |
| 15.0 | 0.46793 | 0.44191 | 0.41630 | 0.39110 | 0.36630 | 0.34188 |
| 5 | 0.48323 | 0.45678 | 0.43076 | 0.40515 | 0.37995 | 0.35515 |
| 16.0 | 0.49897 | 0.47208 | 0.44563 | 0.41961 | 0.39400 | 0.36880 |
| 5 | 0.51515 | 0.48782 | 0.46093 | 0.43448 | 0.40846 | 0 38285 |
| 17.0 | 0.53179 | 0.50400 | 0.47667 | 0.44978 | 0.42333 | 0.39731 |
| 5 | 0.54890 | 0.52064 | 0 49285 | 0.46552 | 0.43863 | 0 41218 |
| 18.0 | 0.56649 | 0.53775 | 0 50949 | 0.48170 | 0.45437 | 0.42748 |
| 5 | 0.58457 | 0.55534 | 0.52660 | 0.49834 | 0.47055 | 0 44322 |
| 19.0 | 0.60317 | 0.57342 | 0 54419 | 0.51545 | 0 48719 | 0.45940 |
| 5 | 0.62225 | 0.59202 | 0.56227 | 0.53304 | 0.50430 | 0.47604 |
| 20.0 | 0.64188 | 0.61110 | 0.58087 | 0.55112 | 0 52189 | 0.49315 |
| 5 | 0.66204 | 0.63073 | 0.59995 | 0.56972 | 0.53997 | 0.51074 |
| 21.0 | 0.68275 | 0.65089 | 0.61958 | 0.58880 | 0.55857 | 0.52882 |
| 5 | 0.70403 | 0.67160 | 0.63974 | 0.60843 | 0.57765 | 0.54742 |
| 22.0 | 0.72589 | 0.69288 | 0.66045 | 0.62859 | 0.59728 | 0.56650 |
| 5 | 0 74833 | 0.71474 | 0.68173 | 0.64930 | 0.61744 | 0.58613 |
| 23.0 | 0.77138 | 0.73718 | 0.70359 | 0.67058 | 0 63815 | 0.60629 |
| 5 | 0.79505 | 0.76023 | 0.72603 | 0.69244 | 0 65943 | 0.62700 |
| 24.0 | 0 81934 | 0.78390 | 0.74908 | 0.71488 | 0.68129 | 0.64828 |
| 5 | 0.84429 | 0 80819 | 0.77275 | 0.73793 | 0.70373 | 0.67014 |
| 25.0 | 0 86989 | 0.83314 | 0.79704 | 0.76160 | 0.72678 | 0.69258 |
| 5 | 0.89616 | 0.85874 | 0.82199 | 0.78589 | 0.75045 | 0.71563 |
| 26 0 | 0.92313 | 0.88501 | 0.84759 | 0.81084 | 0.77474 | 0.73930 |
| 5 | 0.95080 | 0 91198 | 0.87386 | 0 83644 | 0.79969 | 0.76359 |
| 27.0 | 0.97918 | 0.93965 | 0.90083 | 0.86271 | 0 82529 | 0.78854 |
| 5 | 1.00831 | 0 96803 | 0.92850 | 0 88968 | 0.85156 | 0.81414 |
| 28.0 | 1.03818 | 0 99716 | 0.95688 | 0.91735 | 0.87853 | 0.84041 |
| 5 | 1.06882 | 1.02703 | 0.98601 | 0.94573 | 0.90620 | 0.86738 |
| 29.0 | 1.10024 | 1.05767 | 1.01588 | 0.97486 | 0.93458 | 0.89505 |
| 5 | 1 13247 | 1.08909 | 1.04652 | 1.00473 | 0.96371 | 0.92343 |
| + 30.0 | 1.16551 | 1.12132 | 1.07794 | 1.03537 | 0.99368 | 0.95256 |

# Tafel VIII.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t$ . $+10° \div +30°$
$(t-t'')$ . $3°.0 \div 5°.5$

| $t$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.0 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.20777 | 0.18732 | 0.16714 | 0.14724 | 0.12760 | 0.10822 |
| 5 | 0.21736 | 0.19662 | 0.17617 | 0.15599 | 0.13609 | 0.11645 |
| 11.0 | 0.22725 | 0.20621 | 0.18547 | 0.16502 | 0.14484 | 0.12494 |
| 5 | 0.23743 | 0.21610 | 0.19506 | 0.17432 | 0.15387 | 0.13369 |
| 12.0 | 0.24793 | 0.22628 | 0.20495 | 0.18391 | 0.16317 | 0.14272 |
| 5 | 0.25874 | 0.23678 | 0.21513 | 0.19380 | 0.17276 | 0.15202 |
| 13.0 | 0.26987 | 0.24759 | 0.22563 | 0.20398 | 0.18265 | 0.16161 |
| 5 | 0.28135 | 0.25872 | 0.23644 | 0.21448 | 0.19283 | 0.17150 |
| 14.0 | 0.29316 | 0.27020 | 0.24757 | 0.22529 | 0.20333 | 0.18168 |
| 5 | 0.30532 | 0.28201 | 0.25905 | 0.23642 | 0.21414 | 0.19218 |
| 15.0 | 0.31784 | 0.29417 | 0.27086 | 0.24790 | 0.22527 | 0.20299 |
| 5 | 0.33073 | 0.30669 | 0.28302 | 0.25971 | 0.23675 | 0.21412 |
| 16.0 | 0.34400 | 0.31958 | 0.29554 | 0.27187 | 0.24856 | 0.22560 |
| 5 | 0.35765 | 0.33285 | 0.30843 | 0.28439 | 0.26072 | 0.23741 |
| 17.0 | 0.37170 | 0.34650 | 0.32170 | 0.29728 | 0.27324 | 0.24957 |
| 5 | 0.38616 | 0.36055 | 0.33535 | 0.31055 | 0.28613 | 0.26209 |
| 18.0 | 0.40103 | 0.37501 | 0.34940 | 0.32420 | 0.29940 | 0.27498 |
| 5 | 0.41633 | 0.38988 | 0.36386 | 0.33825 | 0.31305 | 0.28825 |
| 19.0 | 0.43207 | 0.40518 | 0.37873 | 0.35271 | 0.32710 | 0.30190 |
| 5 | 0.44825 | 0.42092 | 0.39403 | 0.36758 | 0.34156 | 0.31595 |
| 20.0 | 0.46489 | 0.43710 | 0.40977 | 0.38288 | 0.35643 | 0.33041 |
| 5 | 0.48200 | 0.45374 | 0.42595 | 0.39863 | 0.37173 | 0.34528 |
| 21.0 | 0.49959 | 0.47085 | 0.44259 | 0.41480 | 0.38747 | 0.36058 |
| 5 | 0.51767 | 0.48844 | 0.45970 | 0.43144 | 0.40365 | 0.37632 |
| 22.0 | 0.53627 | 0.50652 | 0.47729 | 0.44855 | 0.42029 | 0.39250 |
| 5 | 0.55535 | 0.52512 | 0.49537 | 0.46614 | 0.43740 | 0.40914 |
| 23.0 | 0.57498 | 0.54420 | 0.51397 | 0.48423 | 0.45499 | 0.42625 |
| 5 | 0.59514 | 0.56383 | 0.53305 | 0.50282 | 0.47307 | 0.44384 |
| 24.0 | 0.61585 | 0.58399 | 0.55268 | 0.52190 | 0.49167 | 0.46192 |
| 5 | 0.63713 | 0.60470 | 0.57284 | 0.54153 | 0.51075 | 0.48052 |
| 25.0 | 0.65899 | 0.62598 | 0.59355 | 0.56169 | 0.53038 | 0.49960 |
| 5 | 0.68143 | 0.64784 | 0.61483 | 0.58240 | 0.55054 | 0.51923 |
| 26.0 | 0.70448 | 0.67028 | 0.63669 | 0.60368 | 0.57125 | 0.53939 |
| 5 | 0.72815 | 0.69333 | 0.65913 | 0.62554 | 0.59253 | 0.56010 |
| 27.0 | 0.75244 | 0.71700 | 0.68218 | 0.64798 | 0.61438 | 0.58138 |
| 5 | 0.77739 | 0.74129 | 0.70585 | 0.67103 | 0.63683 | 0.60324 |
| 28.0 | 0.80299 | 0.76624 | 0.73014 | 0.69470 | 0.65988 | 0.62568 |
| 5 | 0.82926 | 0.79184 | 0.75509 | 0.71899 | 0.68355 | 0.64873 |
| 29.0 | 0.85623 | 0.81811 | 0.78069 | 0.74394 | 0.70784 | 0.67240 |
| 5 | 0.88390 | 0.84508 | 0.80696 | 0.76954 | 0.73279 | 0.69669 |
| + 30.0 | 0.91228 | 0.87275 | 0.83393 | 0.79581 | 0.75839 | 0.72164 |

# Tafel VIII.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

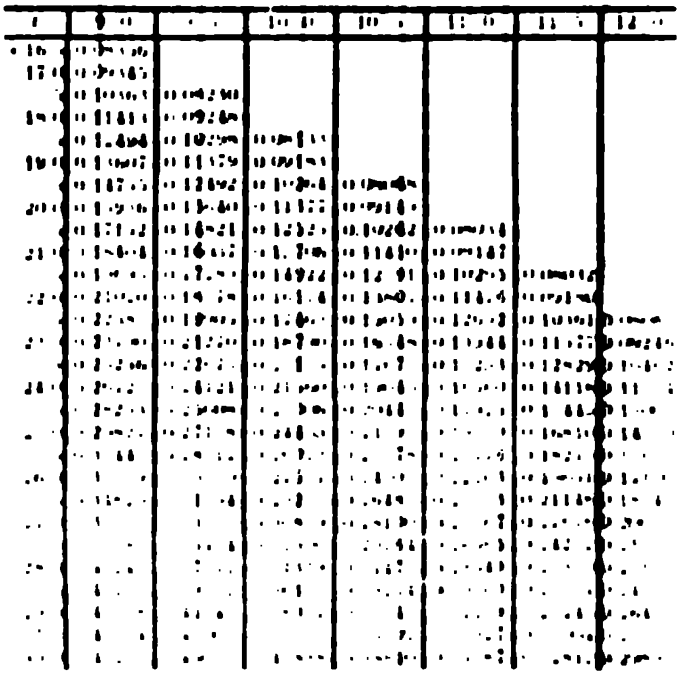
100theiliges Thermometer. $t . +10°.0 \div +30°.0$
$(t-t'') . 6°.0 \div 8°.5$

| $t$ | 6°.0 | 6°.5 | 7°.0 | 7°.5 | 8°.0 | 8°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.08908 | | | | | |
| 5 | 0.09707 | 0.07793 | | | | |
| 11.0 | 0.10530 | 0.08592 | | | | |
| 5 | 0.11379 | 0.09415 | | | | |
| 12.0 | 0.12254 | 0.10264 | 0.08300 | | | |
| 5 | 0.13157 | 0.11139 | 0.09149 | | | |
| 13.0 | 0.14087 | 0.12042 | 0.10024 | 0.08034 | | |
| 5 | 0 15046 | 0.12972 | 0.10927 | 0.08909 | | |
| 14.0 | 0.16035 | 0.13931 | 0.11857 | 0.09812 | 0.07794 | |
| 5 | 0.17053 | 0.14920 | 0.12816 | 0.10742 | 0.08697 | |
| 15.0 | 0.18103 | 0.15938 | 0.13805 | 0.11701 | 0.09627 | |
| 5 | 0.19184 | 0.16988 | 0.14823 | 0.12690 | 0.10586 | 0.08512 |
| 16.0 | 0.20297 | 0.18069 | 0.15873 | 0.13708 | 0.11575 | 0.09471 |
| 5 | 0.21445 | 0.19182 | 0 16954 | 0.14758 | 0.12593 | 0.10460 |
| 17.0 | 0.22626 | 0.20330 | 0.18067 | 0.15839 | 0.13643 | 0.11478 |
| 5 | 0.23842 | 0.21511 | 0.19215 | 0.16952 | 0.14724 | 0.12528 |
| 18.0 | 0.25094 | 0.22727 | 0.20396 | 0.18100 | 0.15837 | 0.13609 |
| 5 | 0.26383 | 0.23979 | 0.21612 | 0.19281 | 0.16985 | 0.14722 |
| 19.0 | 0.27710 | 0.25268 | 0.22864 | 0.20497 | 0.18166 | 0.15870 |
| 5 | 0.29075 | 0.26595 | 0.24153 | 0.21749 | 0.19382 | 0.17051 |
| 20.0 | 0.30480 | 0.27960 | 0.25480 | 0.23038 | 0.20634 | 0.18267 |
| 5 | 0.31926 | 0.29365 | 0.26845 | 0 24365 | 0.21923 | 0.19519 |
| 21.0 | 0.33413 | 0 30811 | 0.28250 | 0.25730 | 0.23250 | 0.20808 |
| 5 | 0.34943 | 0.32298 | 0.29696 | 0.27135 | 0.24615 | 0.22135 |
| 22.0 | 0.36517 | 0.33828 | 0.31183 | 0.28581 | 0.26020 | 0.23500 |
| 5 | 0.38135 | 0.35402 | 0.32713 | 0.30068 | 0.27466 | 0.24905 |
| 23.0 | 0.39799 | 0.37020 | 0.34287 | 0 31598 | 0.28953 | 0.26351 |
| 5 | 0.41510 | 0.38684 | 0.35905 | 0.33172 | 0.30483 | 0.27838 |
| 24.0 | 0 43269 | 0.40395 | 0.37569 | 0.34790 | 0.32057 | 0.29368 |
| 5 | 0.45077 | 0.42154 | 0.39280 | 0.36454 | 0.33675 | 0.30942 |
| 25.0 | 0.46937 | 0.43962 | 0.41039 | 0.38165 | 0.35339 | 0.32560 |
| 5 | 0.48845 | 0.45822 | 0.42847 | 0.39924 | 0.37050 | 0.34224 |
| 26.0 | 0.50808 | 0.47730 | 0.44707 | 0.41732 | 0.38809 | 0 35935 |
| 5 | 0 52824 | 0.49693 | 0.46615 | 0.43592 | 0 40617 | 0.37694 |
| 27.0 | 0 54895 | 0.51709 | 0.48578 | 0.45500 | 0.42477 | 0.39502 |
| 5 | 0.57023 | 0.53780 | 0.50594 | 0.47463 | 0.44385 | 0.41362 |
| 28.0 | 0.59209 | 0.55908 | 0.52665 | 0.49479 | 0.46348 | 0.43270 |
| 5 | 0.61453 | 0.58094 | 0 54793 | 0.51550 | 0.48364 | 0.45233 |
| 29.0 | 0.63758 | 0.60338 | 0.56979 | 0.53678 | 0 50435 | 0.47249 |
| 5 | 0.66125 | 0.62643 | 0.59223 | 0.55864 | 0.52563 | 0.49320 |
| + 30.0 | 0.68554 | 0.65010 | 0.61528 | 0.58108 | 0.54749 | 0.51448 |

# Tafel VIII.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t + 16°.5 \div + 30°.0$
$(t - t') 9°.0 \div 12°.0$



# Tafel IX.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

100theiliges Thermometer. $t. -10°.0 \div +10°.0$ $(t - t'').0°.0 \div 2°.5$

| $t$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| − 10.0 | 1.00000 | | | | | |
| 9.5 | 1.00000 | | | | | |
| 9.0 | 1.00000 | | | | | |
| 8.5 | 1.00000 | | | | | |
| 8.0 | 1.00000 | 0.85460 | | | | |
| 7.5 | 1.00000 | 0.85880 | | | | |
| 7.0 | 1.00000 | 0.86295 | | | | |
| 6.5 | 1.00000 | 0.86687 | | | | |
| 6.0 | 1.00000 | 0.87050 | 0.74249 | | | |
| 5.5 | 1.00000 | 0.87419 | 0.74964 | | | |
| 5.0 | 1.00000 | 0.87760 | 0.75651 | | | |
| 4.5 | 1.00000 | 0.88099 | 0.76315 | 0.64657 | | |
| 4.0 | 1.00000 | 0.88420 | 0.76960 | 0.65613 | | |
| 3.5 | 1.00000 | 0.88724 | 0.77571 | 0.66535 | | |
| 3.0 | 1.00000 | 0.89012 | 0.78151 | 0.67410 | 0.56781 | |
| 2.5 | 1.00000 | 0.89307 | 0.78721 | 0.68257 | 0.57909 | |
| 2.0 | 1.00000 | 0.89572 | 0.79269 | 0.69069 | 0.58988 | |
| 1.5 | 1.00000 | 0.89831 | 0.79782 | 0.69854 | 0.60025 | |
| 1.0 | 1.00000 | 0.90089 | 0.80288 | 0.70603 | 0.61033 | 0.51560 |
| − 0.5 | 1.00000 | 0.90329 | 0 80775 | 0.71327 | 0.61990 | 0.52765 |
| 0. | 1.00000 | 0.90556 | 0.81232 | 0.72022 | 0.62913 | 0.53912 |
| + 0.5 | 1.00000 | 0.90784<br>0.90001 | 0.81678 | 0.72687 | 0.63806 | 0.55023 |
| 1.0 | 1.00000 | 0.90245 | 0.82113<br>0.80601 | 0.73331 | 0.64660 | 0.56095 |
| 1.5 | 1.00000 | 0.90478 | 0.81069 | 0.73955<br>0 71767 | 0.65484 | 0.57120 |
| 2.0 | 1.00000 | 0.90706 | 0.81520 | 0.72442 | 0.66282<br>0.63470 | 0.58110 |
| 2.5 | 1.00000 | 0.90922 | 0.81954 | 0.73091 | 0.64333 | 0.59068<br>0.55674 |
| 3.0 | 1.00000 | 0.91129 | 0.82369 | 0.73715 | 0.65163 | 0.56711 |
| 3.5 | 1.00000 | 0.91332 | 0.82770 | 0.74315 | 0.65963 | 0.57709 |
| 4.0 | 1.00000 | 0.91529 | 0.83161 | 0.74897 | 0.66735 | 0.58673 |
| 4.5 | 1.00000 | 0.91710 | 0.83532 | 0.75454 | 0.67475 | 0.59596 |
| 5 0 | 1.00000 | 0.91895 | 0.83890 | 0.75993 | 0.68193 | 0.60489 |
| 5.5 | 1.00000 | 0.92068 | 0.84240 | 0.76510 | 0.68884 | 0.61351 |
| 6 0 | 1.00000 | 0.92237 | 0.84575 | 0.77015 | 0.69548 | 0.62183 |
| 6.5 | 1.00000 | 0.92396 | 0.84897 | 0.77496 | 0.70193 | 0.62980 |
| 7.0 | 1.00000 | 0.92555 | 0.85208 | 0.77963 | 0.70812 | 0.63758 |
| 7.5 | 1.00000 | 0.92704 | 0.85510 | 0.78411 | 0.71410 | 0.64501 |
| 8.0 | 1.00000 | 0.92847 | 0.85796 | 0.78844 | 0.71984 | 0.65218 |
| 8.5 | 1.00000 | 0.92991 | 0.86078 | 0.79263 | 0.72542 | 0.65912 |
| 9.0 | 1.00000 | 0.93123 | 0.86348 | 0.79665 | 0.73078 | 0.66582 |
| 9.5 | 1.00000 | 0.93256 | 0.86547 | 0.80058 | 0.73597 | 0.67228 |
| + 10 0 | 1.00000 | 0.93384 | 0.86863 | 0.80435 | 0.74101 | 0.67853 |

# Tafel IX.

**Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t. +0°.5 \div +10°.0$
$(t-t'). 3°.0 \div 6°.0$

| $t$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.4 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 | 6°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0.5 | 0.46279 | | | | | | |
| 1.0 | 0.47624 | | | | | | |
| 1.5 | 0.48858 | | | | | | |
| 2.0 | 0.50041 | 0.42071 | | | | | |
| 2.5 | 0.51183 | 0.43398 | | | | | |
| 3.0 | 0.52285<br>0.48355 | 0.44676 | 0.37163 | | | | |
| 3.5 | 0.49551 | 0.45912<br>0.41487 | 0.38568 | | | | |
| 4.0 | 0.50704 | 0.42830 | 0.39927<br>0.35046 | | | | |
| 4.5 | 0.51813 | 0.44120 | 0.36518 | | | | |
| 5.0 | 0.52882 | 0.45366 | 0.37938 | | | | |
| 5.5 | 0.53912 | 0.46565 | 0 39307 | 0.32134 | | | |
| 6.0 | 0.54908 | 0.47722 | 0.40626 | 0 33616 | | | |
| 6.5 | 0.55865 | 0.48837 | 0.41896 | 0.35042 | | | |
| 7.0 | 0.56788 | 0.49914 | 0.43124 | 0.36418 | 0.29796 | | |
| 7.5 | 0.57683 | 0.50950 | 0.44308 | 0.37747 | 0.31267 | | |
| 8.0 | 0.58542 | 0.51953 | 0.45446 | 0.39028 | 0.32687 | 0.26425 | |
| 8.5 | 0.59373 | 0.52920 | 0.46551 | 0.40262 | 0.34058 | 0.27930 | |
| 9.0 | 0.60172 | 0.53851 | 0.47613 | 0.41457 | 0.35378 | 0.29381 | |
| 9.5 | 0.60948 | 0.54751 | 0 48640 | 0.42606 | 0.36657 | 0.30779 | 0.24982 |
| +10.0 | 0.61695 | 0.55623 | 0.49630 | 0.43721 | 0.37888 | 0 32135 | 0.26451 |

# Tafel IX.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

100theiliges Thermometer. $t. +10°.0 \div +30°.0$ $(t-t'').0°.0 \div 2°.5$

| $t$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| +10.0 | 1.00000 | 0.93384 | 0.86863 | 0.80435 | 0.74101 | 0.67853 |
| 5 | 1.00000 | 0.93502 | 0.87104 | 0.80798 | 0.74581 | 0.68457 |
| 11.0 | 1.00000 | 0.93623 | 0.87338 | 0.81150 | 0.75051 | 0.69038 |
| 5 | 1.00000 | 0.93738 | 0.87569 | 0.81489 | 0.75504 | 0.69604 |
| 12.0 | 1.00000 | 0.93848 | 0.87789 | 0.81822 | 0.75940 | 0.70149 |
| 5 | 1.00000 | 0.93954 | 0.88001 | 0.82139 | 0.76365 | 0.70674 |
| 13.0 | 1.00000 | 0.94057 | 0.88206 | 0.82446 | 0.76773 | 0.71185 |
| 5 | 1.00000 | 0.94163 | 0.88407 | 0.82744 | 0.77176 | 0.71678 |
| 14.0 | 1.00000 | 0.94254 | 0.88600 | 0.83032 | 0.77551 | 0.72155 |
| 5 | 1.00000 | 0.94347 | 0.88785 | 0.83311 | 0.77921 | 0.72615 |
| 15.0 | 1.00000 | 0.94439 | 0.88966 | 0.83581 | 0.78281 | 0.73062 |
| 5 | 1.00000 | 0.94526 | 0.89142 | 0.83842 | 0.78627 | 0.73495 |
| 16.0 | 1.00000 | 0.94611 | 0.89310 | 0.84095 | 0.78963 | 0.73912 |
| 5 | 1.00000 | 0.94695 | 0.89475 | 0.84340 | 0.79290 | 0.74318 |
| 17.0 | 1.00000 | 0.94774 | 0.89634 | 0.84578 | 0.79605 | 0.74712 |
| 5 | 1.00000 | 0.94852 | 0.89789 | 0.84810 | 0.79911 | 0.75092 |
| 18.0 | 1.00000 | 0.94927 | 0.89938 | 0.85032 | 0.80208 | 0.75461 |
| 5 | 1.00000 | 0.95000 | 0.90083 | 0.85249 | 0.80459 | 0.75820 |
| 19.0 | 1.00000 | 0.95068 | 0.90222 | 0.85457 | 0.80772 | 0.76164 |
| 5 | 1.00000 | 0.95142 | 0.90361 | 0.85663 | 0.81045 | 0.76503 |
| 20.0 | 1.00000 | 0.95205 | 0.90495 | 0.85860 | 0.81306 | 0.76829 |
| 5 | 1.00000 | 0.95271 | 0.90621 | 0.86055 | 0.81562 | 0.77146 |
| 21.0 | 1.00000 | 0.95334 | 0.90748 | 0.86239 | 0.81812 | 0.77454 |
| 5 | 1.00000 | 0.95394 | 0.90868 | 0.86421 | 0.82049 | 0.77755 |
| 22.0 | 1.00000 | 0.95452 | 0.90985 | 0.86596 | 0.82282 | 0.78042 |
| 5 | 1.00000 | 0.95511 | 0.91100 | 0.86767 | 0.82509 | 0.78325 |
| 23.0 | 1.00000 | 0.95566 | 0.91212 | 0.86933 | 0.82728 | 0.78598 |
| 5 | 1.00000 | 0.95620 | 0.91319 | 0.87094 | 0.82942 | 0.78863 |
| 24.0 | 1.00000 | 0.95675 | 0.91425 | 0.87251 | 0.83151 | 0.79122 |
| 5 | 1.00000 | 0.95724 | 0.91527 | 0.87402 | 0.83352 | 0.79373 |
| 25.0 | 1.00000 | 0.95775 | 0.91625 | 0.87551 | 0.83549 | 0.79617 |
| 5 | 1.00000 | 0.95824 | 0.91724 | 0.87695 | 0.83741 | 0.79855 |
| 26.0 | 1.00000 | 0.95871 | 0.91817 | 0.87836 | 0.83925 | 0.80086 |
| 5 | 1.00000 | 0.95917 | 0.91908 | 0.87972 | 0.84107 | 0.80310 |
| 27.0 | 1.00000 | 0.95963 | 0.91998 | 0.88105 | 0.84284 | 0.80531 |
| 5 | 1.00000 | 0.96005 | 0.92085 | 0.88235 | 0.84454 | 0.80743 |
| 28.0 | 1.00000 | 0.96049 | 0.92169 | 0.88361 | 0.84622 | 0.80950 |
| 5 | 1.00000 | 0.96090 | 0.92252 | 0.88484 | 0.84785 | 0.81153 |
| 29.0 | 1.00000 | 0.96126 | 0.92333 | 0.88604 | 0.84943 | 0.81350 |
| 5 | 1.00000 | 0.96170 | 0.92410 | 0.88720 | 0.85098 | 0.81541 |
| +30.0 | 1.00000 | 0.96209 | 0.92487 | 0.88834 | 0.85237 | 0.81729 |

# Tafel IX.

**Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t.+10^{\circ}.0 \div +30^{\circ}.0$
$(t-t'').3^{\circ}.0 \div 5^{\circ}.5$

| $t$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.0 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.61695 | 0.55623 | 0.49630 | 0.43721 | 0.37889 | 0.32135 |
| 5 | 0.62415 | 0.56459 | 0.50587 | 0.44793 | 0.39078 | 0.33439 |
| 11.0 | 0.63114 | 0.57271 | 0.51511 | 0.45831 | 0.40227 | 0.34700 |
| 5 | 0.63788 | 0.58057 | 0.52404 | 0.46833 | 0.41338 | 0.35917 |
| 12.0 | 0.64441 | 0.58814 | 0.53270 | 0.47801 | 0.42410 | 0.37095 |
| 5 | 0.65071 | 0.59548 | 0.54105 | 0.48739 | 0.43447 | 0.38232 |
| 13.0 | 0.65678 | 0.60256 | 0.54911 | 0.49642 | 0.44451 | 0.39331 |
| 5 | 0.66270 | 0.60940 | 0.55692 | 0.50519 | 0.45420 | 0.40396 |
| 14.0 | 0.66840 | 0.61605 | 0.56446 | 0.51366 | 0.46359 | 0.41423 |
| 5 | 0.67391 | 0.62246 | 0.57178 | 0.52183 | 0.47265 | 0.42418 |
| 15.0 | 0.67925 | 0.62866 | 0.57885 | 0.52978 | 0.48142 | 0.43380 |
| 5 | 0.68442 | 0.63467 | 0.58568 | 0.53745 | 0.48993 | 0.44310 |
| 16.0 | 0.68942 | 0.64048 | 0.59230 | 0.54486 | 0.49815 | 0.45213 |
| 5 | 0.69426 | 0.64612 | 0.59872 | 0.55205 | 0.50610 | 0.46086 |
| 17.0 | 0.69896 | 0.65157 | 0.60494 | 0.55902 | 0.51381 | 0.46930 |
| 5 | 0.70352 | 0.65686 | 0.61095 | 0.56577 | 0.52128 | 0.47748 |
| 18.0 | 0.70792 | 0.66199 | 0.61678 | 0.57230 | 0.52852 | 0.48541 |
| 5 | 0.71220 | 0.66695 | 0.62244 | 0.57863 | 0.53552 | 0.49310 |
| 19.0 | 0.71633 | 0.67175 | 0.62790 | 0.58476 | 0.54230 | 0.50052 |
| 5 | 0.72037 | 0.67645 | 0.63323 | 0.59073 | 0.54891 | 0.50775 |
| 20.0 | 0.72426 | 0.68097 | 0.63839 | 0.59650 | 0.55529 | 0.51475 |
| 5 | 0.72805 | 0.78537 | 0.64339 | 0.60211 | 0.56149 | 0.52154 |
| 21.0 | 0.73173 | 0.78964 | 0.64825 | 0.60574 | 0.56751 | 0.52813 |
| 5 | 0.73530 | 0.79378 | 0.65297 | 0.61281 | 0.57334 | 0.53452 |
| 22.0 | 0.73878 | 0.79779 | 0.65752 | 0.61793 | 0.57900 | 0.54082 |
| 5 | 0.74212 | 0.70172 | 0.66197 | 0.62291 | 0.58450 | 0.54548 |
| 23.0 | 0.74539 | 0.70549 | 0.66630 | 0.62773 | 0.58984 | 0.55258 |
| 5 | 0.74856 | 0.70918 | 0.67046 | 0.63244 | 0.59502 | 0.55825 |
| 24.0 | 0.75164 | 0.71276 | 0.67454 | 0.63698 | 0.60008 | 0.56377 |
| 5 | 0.75463 | 0.71622 | 0.67849 | 0.64140 | 0.60494 | 0.56914 |
| 25.0 | 0.75756 | 0.71961 | 0.68233 | 0.64570 | 0.60971 | 0.57433 |
| 5 | 0.76039 | 0.72291 | 0.68607 | 0.64988 | 0.61433 | 0.57939 |
| 26.0 | 0.76314 | 0.72609 | 0.68971 | 0.65395 | 0.61882 | 0.58431 |
| 5 | 0.76583 | 0.72921 | 0.69324 | 0.65791 | 0.62319 | 0.58908 |
| 27.0 | 0.76844 | 0.73225 | 0.69669 | 0.66176 | 0.62745 | 0.59374 |
| 5 | 0.77098 | 0.73518 | 0.70003 | 0.66550 | 0.63158 | 0.59827 |
| 28.0 | 0.77346 | 0.73806 | 0.70329 | 0.66915 | 0.63561 | 0.60267 |
| 5 | 0.77586 | 0.74085 | 0.70647 | 0.67270 | 0.63954 | 0.60696 |
| 29.0 | 0.77822 | 0.74357 | 0.70956 | 0.67616 | 0.64335 | 0.61114 |
| 5 | 0.78051 | 0.74623 | 0.71257 | 0.67952 | 0.64707 | 0.61520 |
| + 30.0 | 0.78273 | 0.74881 | 0.71551 | 0.68280 | 0.65069 | 0.61916 |

# Tafel IX.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

100theiliges Thermometer. $t . +10°.0 \div +30°.0$
$(t - t'') . 6°.0 \div 8°.5$

| $t$ | 6°.0 | 6°.5 | 7°.0 | 7°.5 | 8°.0 | 8°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| +10.0 | 0.26451 | | | | | |
| 5 | 0.27874 | 0.22378 | | | | |
| 11.0 | 0.29245 | 0.23863 | | | | |
| 5 | 0.30571 | 0.25294 | | | | |
| 12.0 | 0.31850 | 0.26678 | 0.21573 | | | |
| 5 | 0.33089 | 0.28013 | 0.23009 | | | |
| 13.0 | 0.34283 | 0.29306 | 0 24395 | 0.19552 | | |
| 5 | 0 35440 | 0.30555 | 0.25738 | 0.20985 | | |
| 14.0 | 0.36560 | 0.31762 | 0.27034 | 0.22371 | 0.17770 | |
| 5 | 0.37640 | 0.32932 | 0.28288 | 0.23710 | 0.19196 | |
| 15.0 | 0.38687 | 0.34061 | 0.29502 | 0.25006 | 0.20574 | |
| 5 | 0.39700 | 0.35155 | 0.30675 | 0.26261 | 0.21907 | 0.17615 |
| 16.0 | 0.40678 | 0.36213 | 0.31812 | 0.27473 | 0.23198 | 0.18981 |
| 5 | 0.41629 | 0.37236 | 0.32911 | 0.28648 | 0.24445 | 0.20305 |
| 17.0 | 0.42547 | 0.38229 | 0.33974 | 0.29784 | 0.25655 | 0.21584 |
| 5 | 0.43436 | 0.39189 | 0.35006 | 0.30884 | 0.26825 | 0 22824 |
| 18.0 | 0.44297 | 0.40119 | 0.36004 | 0.31951 | 0.27956 | 0.24023 |
| 5 | 0.45132 | 0.41020 | 0.36971 | 0.32983 | 0.29056 | 0.25184 |
| 19.0 | 0.45941 | 0.41892 | 0.37906 | 0.33982 | 0.30118 | 0.26311 |
| 5 | 0.46726 | 0.42740 | 0.38816 | 0.34952 | 0.31148 | 0.27402 |
| 20.0 | 0.47486 | 0.43560 | 0.39696 | 0.35891 | 0.32146 | 0.28459 |
| 5 | 0.48224 | 0.44355 | 0.40549 | 0.36803 | 0.33114 | 0.29483 |
| 21.0 | 0.48939 | 0.45128 | 0.41377 | 0.37686 | 0.34053 | 0 30477 |
| 5 | 0.49633 | 0.45876 | 0.42180 | 0.38537 | 0.34963 | 0.31440 |
| 22.0 | 0.50307 | 0.46602 | 0.42958 | 0.39374 | 0.35846 | 0.32374 |
| 5 | 0.50960 | 0.47308 | 0.43714 | 0.40180 | 0.36703 | 0.33281 |
| 23.0 | 0.51595 | 0.47992 | 0.44449 | 0 40963 | 0.37534 | 0 34161 |
| 5 | 0.52211 | 0.48656 | 0.45161 | 0.41723 | 0.38341 | 0.35014 |
| 24.0 | 0 52810 | 0.49302 | 0.45853 | 0.42461 | 0.39125 | 0.35843 |
| 5 | 0.53390 | 0.49928 | 0.46524 | 0.43177 | 0.39886 | 0.36649 |
| 25.0 | 0.53957 | 0.50537 | 0.47177 | 0.43873 | 0.40625 | 0.37430 |
| 5 | 0.54505 | 0.51131 | 0.47812 | 0.44550 | 0.41343 | 0 38190 |
| 26.0 | 0.55039 | 0.51705 | 0.48430 | 0.45207 | 0.42041 | 0 38927 |
| 5 | 0.55557 | 0.52264 | 0.49027 | 0.45848 | 0.42719 | 0.39645 |
| 27.0 | 0 56062 | 0.52808 | 0.49611 | 0.46467 | 0.43380 | 0.40342 |
| 5 | 0.56553 | 0.53337 | 0.50177 | 0.47072 | 0.44019 | 0.41021 |
| 28.0 | 0.57032 | 0.53852 | 0.50728 | 0.47659 | 0.44644 | 0.41679 |
| 5 | 0.57496 | 0.54353 | 0 51265 | 0.48231 | 0.45250 | 0.42321 |
| 29.0 | 0.57949 | 0.54841 | 0.51788 | 0.48788 | 0.45840 | 0.42944 |
| 5 | 0.58390 | 0.55315 | 0.52295 | 0.49329 | 0.46415 | 0.43551 |
| +30.0 | 0.58819 | 0.55778 | 0.52791 | 0.49856 | 0.46974 | 0.44142 |

# Tafel IX.

**Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

**100theiliges Thermometer.** $t . +16°.5 \div +30°.0$ $(t - t'') . 9°.0 \div 12°.0$

| $t$ | 9°.0 | 9°.5 | 10°.0 | 10°.5 | 11°.0 | 11°.5 | 12°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +16.5 | 0.16221 | | | | | | |
| 17.0 | 0.17573 | | | | | | |
| 5 | 0.18880 | 0.14994 | | | | | |
| 18.0 | 0.20147 | 0.16325 | | | | | |
| 5 | 0.21373 | 0.17616 | 0.13913 | | | | |
| 19.0 | 0.22559 | 0.18865 | 0.15225 | | | | |
| 5 | 0.23712 | 0.20076 | 0.16495 | 0.12966 | | | |
| 20.0 | 0.24827 | 0.21250 | 0.17725 | 0.14253 | | | |
| 5 | 0.25908 | 0.22387 | 0.18919 | 0.15501 | 0.12135 | | |
| 21.0 | 0.26956 | 0.23489 | 0.20075 | 0.16712 | 0.13397 | | |
| 5 | 0 27972 | 0.24557 | 0.21195 | 0.17884 | 0.14623 | 0.11409 | |
| 22.0 | 0.28958 | 0.25593 | 0.22282 | 0.19021 | 0.15810 | 0.12647 | |
| 5 | 0.29913 | 0.26599 | 0.23336 | 0.20123 | 0.16960 | 0.13845 | 0.10777 |
| 23.0 | 0.30841 | 0.27574 | 0.24359 | 0.21193 | 0.18077 | 0.15008 | 0.11986 |
| 5 | 0.31741 | 0.28520 | 0.25351 | 0.22231 | 0.19160 | 0.16136 | 0.13159 |
| 24.0 | 0.32615 | 0.29440 | 0.26314 | 0.23238 | 0.20211 | 0.17231 | 0.14297 |
| 5 | 0.33464 | 0.30331 | 0.27249 | 0.24216 | 0.21231 | 0.18293 | 0.15401 |
| 25.0 | 0.34288 | 0.31197 | 0.28092 | 0.25165 | 0.22221 | 0.19324 | 0.16473 |
| 5 | 0.35089 | 0.32039 | 0.29038 | 0 26087 | 0.23183 | 0.20340 | 0.17514 |
| 26.0 | 0.35866 | 0.32856 | 0.29895 | 0.26982 | 0.24117 | 0.21298 | 0.18524 |
| 5 | 0.36622 | 0.33650 | 0.30727 | 0.27852 | 0.25024 | 0.22242 | 0.19506 |
| 27.0 | 0.37357 | 0.34422 | 0.31536 | 0.28697 | 0.25906 | 0.23160 | 0.20459 |
| 5 | 0.38071 | 0.35172 | 0.32321 | 0.29519 | 0.26763 | 0.24052 | 0.21385 |
| 28.0 | 0.38767 | 0.35901 | 0.33086 | 0.30317 | 0.27595 | 0.24919 | 0.22286 |
| 5 | 0.39441 | 0.36612 | 0.33829 | 0.31094 | 0.28405 | 0.25761 | 0.23161 |
| 29.0 | 0.40099 | 0.37301 | 0.34553 | 0.31849 | 0.29193 | 0.26581 | 0.24012 |
| 5 | 0.40738 | 0.37973 | 0 35255 | 0.32585 | 0.29958 | 0.27377 | 0.24840 |
| +30.0 | 0.41360 | 0.38626 | 0.35940 | 0.33299 | 0.30705 | 0.28152 | 0.25645 |

# Tafel X.

Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

80theiliges Thermometer. $T. -10°.0 \div +10°.0$ $(T-T'').0°.0 \div 2°.5$

| $T$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| −10.0 | 0.06391 | | | | | |
| 9.5 | 0.06723 | | | | | |
| 9.0 | 0.07070 | | | | | |
| 8.5 | 0 07433 | | | | | |
| 8.0 | 0.07813 | | | | | |
| 7.5 | 0.08210 | 0.06589 | | | | |
| 7.0 | 0.08625 | 0.06986 | | | | |
| 6.5 | 0.09058 | 0.07401 | | | | |
| 6.0 | 0.09511 | 0.07834 | | | | |
| 5.5 | 0.09983 | 0.08287 | 0.06610 | | | |
| 5.0 | 0.10476 | 0.08759 | 0.07063 | | | |
| 4.5 | 0.10991 | 0.09252 | 0.07535 | | | |
| 4.0 | 0.11528 | 0.09767 | 0.08028 | 0.06311 | | |
| 3.5 | 0.12088 | 0.10304 | 0.08543 | 0.06804 | | |
| 3.0 | 0.12672 | 0.10864 | 0.09080 | 0.07319 | | |
| 2.5 | 0.13281 | 0.11448 | 0.09640 | 0.07856 | | |
| 2.0 | 0.13915 | 0.12057 | 0.10224 | 0.08416 | 0.06632 | |
| 1.5 | 0.14577 | 0.12691 | 0.10833 | 0.09000 | 0.07192 | |
| 1.0 | 0.15266 | 0.13353 | 0.11467 | 0.09609 | 0.07776 | |
| − 0.5 | 0.15983 | 0 14042 | 0.12129 | 0.10243 | 0.08385 | 0.06552 |
| 0. | 0.16731 | 0.14759 | 0.12818 | 0.10905 | 0.09019 | 0.07161 |
| + 0.5 | 0.17509 | 0.15507<br>0.15337 | 0.13535 | 0.11594 | 0.09681 | 0.07795 |
| 1.0 | 0.18319 | 0.16115 | 0.14283<br>0.13943 | 0.12311 | 0.10370 | 0.08457 |
| 1.5 | 0.19161 | 0.16925 | 0.14721 | 0.13059<br>0.12549 | 0.11087 | 0.09146 |
| 2.0 | 0.20038 | 0.17767 | 0.15531 | 0.13327 | 0.11835<br>0.11155 | 0.09863 |
| 2.5 | 0.20950 | 0.18644 | 0.16373 | 0.14137 | 0.11933 | 0.10611<br>0.09761 |
| 3.0 | 0.21899 | 0.19556 | 0.17250 | 0 14979 | 0.12743 | 0.10539 |
| 3.5 | 0.22885 | 0.20505 | 0.18162 | 0.15856 | 0.13585 | 0.11349 |
| 4.0 | 0.23910 | 0.21491 | 0.19111 | 0.16768 | 0.14462 | 0.12194 |
| 4.5 | 0.24975 | 0.22516 | 0.20097 | 0.17717 | 0.15374 | 0.13068 |
| 5.0 | 0.26082 | 0.23581 | 0.21122 | 0.18703 | 0.16323 | 0.13980 |
| 5.5 | 0.27232 | 0.24688 | 0.22187 | 0.19728 | 0.17309 | 0.14929 |
| 6.0 | 0.28426 | 0.25838 | 0.23294 | 0.20793 | 0.18334 | 0.15915 |
| 6.5 | 0.29667 | 0.27032 | 0.24444 | 0 21900 | 0.19399 | 0.16940 |
| 7.0 | 0.30954 | 0.28273 | 0.25638 | 0.23050 | 0.20506 | 0.18005 |
| 7.5 | 0.32291 | 0.29560 | 0.26879 | 0 24244 | 0.21656 | 0.19112 |
| 8.0 | 0.33677 | 0.30897 | 0.28166 | 0.25485 | 0.22850 | 0.20262 |
| 8.5 | 0.35117 | 0.32283 | 0.29503 | 0.26772 | 0.24091 | 0.21456 |
| 9.0 | 0.36609 | 0.33723 | 0,30889 | 0.28109 | 0.25378 | 0.22697 |
| 9.5 | 0.38158 | 0.35215 | 0 32329 | 0.29495 | 0.26715 | 0.23984 |
| + 10.0 | 0.39763 | 0.36764 | 0.33821 | 0.30935 | 0.28101 | 0.25321 |

# Tafel X.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T.+1°.0 \div +10°.0$ $(T-T'').3°.0 \div 6°.0$

| $T$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.0 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 | 6°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 1.0 | 0.06571 | | | | | | |
| 1.5 | 0.07233 | | | | | | |
| 2.0 | 0.07922 | | | | | | |
| 2.5 | 0.08639 | 0.06698 | | | | | |
| 3.0 | 0.09387<br>0.08367 | 0.07415 | | | | | |
| 3.5 | 0.09145 | 0.08163<br>0.06973 | | | | | |
| 4.0 | 0.09955 | 0.07751 | | | | | |
| 4.5 | 0.10797 | 0.08561 | 0.06357 | | | | |
| 5.0 | 0.11674 | 0.09403 | 0.07167 | | | | |
| 5.5 | 0.12586 | 0.10280 | 0.08009 | | | | |
| 6.0 | 0.13535 | 0.11192 | 0.08886 | 0.06615 | | | |
| 6.5 | 0.14521 | 0.12141 | 0.09798 | 0.07492 | | | |
| 7.0 | 0.15546 | 0.13127 | 0.10747 | 0.08404 | | | |
| 7.5 | 0.16611 | 0.14152 | 0.11733 | 0.09353 | 0.07010 | | |
| 8.0 | 0.17718 | 0.15217 | 0.12758 | 0.10339 | 0.07959 | | |
| 8.5 | 0.18868 | 0.16324 | 0.13823 | 0.11364 | 0.08945 | 0.06565 | |
| 9.0 | 0.20062 | 0.17474 | 0.14930 | 0.12429 | 0.09970 | 0.07551 | |
| 9.5 | 0.21303 | 0.18668 | 0.16080 | 0.13536 | 0.11035 | 0.08576 | |
| +10.0 | 0.22590 | 0.19909 | 0.17274 | 0.14686 | 0.12142 | 0.09641 | 0.07182 |

# Tafel X.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T.+10°.0 \div +30°.0$ $(T-T'').0°.0 \div 2°.5$

| $T$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.39763 | 0.36764 | 0.33821 | 0.30935 | 0.28101 | 0.25321 |
| 5 | 0.41427 | 0.38369 | 0.35370 | 0.32427 | 0.29541 | 0.26707 |
| 11.0 | 0.43153 | 0.40033 | 0 36975 | 0.33976 | 0.31033 | 0.28147 |
| 5 | 0.44941 | 0.41759 | 0 38639 | 0.35581 | 0.32582 | 0.29639 |
| 12.0 | 0.46793 | 0.43547 | 0.40365 | 0 37245 | 0.34187 | 0.31188 |
| 5 | 0.48712 | 0.45399 | 0.42153 | 0.38971 | 0.35851 | 0.32793 |
| 13.0 | 0.50700 | 0.47318 | 0.44005 | 0.40759 | 0.37577 | 0.34457 |
| 5 | 0.52759 | 0.49306 | 0.45924 | 0.42611 | 0.39365 | 0.36183 |
| 14.0 | 0.54890 | 0.51365 | 0.47912 | 0.44530 | 0.41217 | 0.37971 |
| 5 | 0.57096 | 0.53496 | 0.49971 | 0.46518 | 0.43136 | 0.39823 |
| 15.0 | 0.59380 | 0.55702 | 0.52102 | 0.48577 | 0.45124 | 0.41742 |
| 5 | 0.61745 | 0.57986 | 0.54308 | 0.50708 | 0.47183 | 0.43730 |
| 16.0 | 0.64188 | 0.60351 | 0.56592 | 0.52914 | 0.49314 | 0.45789 |
| 5 | 0.66716 | 0.62794 | 0.58957 | 0.55198 | 0.51520 | 0.47920 |
| 17.0 | 0.69332 | 0.65322 | 0.61400 | 0.57563 | 0.53804 | 0.50126 |
| 5 | 0.72037 | 0.67938 | 0.63928 | 0.60006 | 0.56169 | 0.52410 |
| 18.0 | 0.74833 | 0.70643 | 0.66544 | 0.62534 | 0.58612 | 0.54775 |
| 5 | 0.77724 | 0.73439 | 0.69249 | 0.65150 | 0.61140 | 0.57218 |
| 19.0 | 0.80712 | 0.76330 | 0.72045 | 0.67855 | 0.63756 | 0.59746 |
| 5 | 0.83799 | 0.79318 | 0.74936 | 0.70651 | 0.66461 | 0.62362 |
| 20.0 | 0.86989 | 0.82405 | 0.77924 | 0.73542 | 0.69257 | 0.65067 |
| 5 | 0.90284 | 0.85595 | 0.81011 | 0.76530 | 0.72148 | 0.67863 |
| 21.0 | 0.93687 | 0.88890 | 0.84201 | 0.79617 | 0.75136 | 0.70754 |
| 5 | 0.97202 | 0.92293 | 0.87496 | 0.82807 | 0.78223 | 0.73742 |
| 22.0 | 1.00831 | 0.95808 | 0.90899 | 0.86102 | 0.81413 | 0.76829 |
| 5 | 1.04577 | 0.99437 | 0.94414 | 0.89505 | 0.84708 | 0.80019 |
| 23.0 | 1.08443 | 1.03183 | 0.98043 | 0.93020 | 0.88111 | 0.83314 |
| 5 | 1.12434 | 1.07049 | 1.01789 | 0.96649 | 0.91626 | 0.86717 |
| 24.0 | 1.16551 | 1.11040 | 1.05655 | 1.00395 | 0.95255 | 0.90232 |
| 5 | 1.20799 | 1.15157 | 1.09646 | 1.04261 | 0.99001 | 0.93861 |
| 25.0 | 1.25181 | 1.19405 | 1.13763 | 1.08252 | 1.02867 | 0.97607 |
| 5 | 1.29700 | 1.23787 | 1.18011 | 1.12369 | 1.06858 | 1.01473 |
| 26.0 | 1.34360 | 1.28306 | 1.22393 | 1.16617 | 1.10975 | 1.05464 |
| 5 | 1.39165 | 1.32966 | 1.26912 | 1.20999 | 1.15223 | 1.09581 |
| 27.0 | 1.44118 | 1.37771 | 1.31572 | 1.25518 | 1.19605 | 1.13829 |
| 5 | 1.49223 | 1.42724 | 1 36377 | 1.30178 | 1.24124 | 1.18211 |
| 28.0 | 1.54485 | 1.47829 | 1.41330 | 1 34983 | 1.28784 | 1.22730 |
| 5 | 1.59906 | 1.53091 | 1.46435 | 1.39936 | 1.33589 | 1.27390 |
| 29.0 | 1.65492 | 1.58512 | 1.51697 | 1.45041 | 1.38542 | 1.32195 |
| 5 | 1.71246 | 1.64098 | 1.57118 | 1.50303 | 1.43647 | 1.37148 |
| + 30.0 | 1.77172 | 1.69852 | 1.62704 | 1.55724 | 1.48909 | 1.42253 |

## Tafel X.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80 theiliges Thermometer. $T.+10°.0 \div +30°.0$
$(T-T'').3°.0 \div 5°.5$

| $T$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.0 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.22590 | 0.19909 | 0.17274 | 0.14686 | 0.12142 | 0.09641 |
| 5 | 0.23927 | 0.21196 | 0.18515 | 0.15880 | 0.13292 | 0.10748 |
| 11.0 | 0.25313 | 0.22533 | 0.19802 | 0.17121 | 0.14486 | 0.11898 |
| 5 | 0.26753 | 0.23919 | 0.21139 | 0.18408 | 0.15727 | 0.13092 |
| 12.0 | 0.28245 | 0.25359 | 0.22525 | 0.19745 | 0.17014 | 0.14333 |
| 5 | 0.29794 | 0.26851 | 0.23965 | 0.21131 | 0.18351 | 0.15620 |
| 13.0 | 0.31399 | 0.28400 | 0.25457 | 0.22571 | 0.19737 | 0.16957 |
| 5 | 0.33063 | 0.30005 | 0.27006 | 0.24063 | 0.21177 | 0.18343 |
| 14.0 | 0.34789 | 0.31669 | 0.28611 | 0.25612 | 0.22669 | 0.19783 |
| 5 | 0.36577 | 0.33395 | 0.30275 | 0.27217 | 0.24218 | 0.21275 |
| 15.0 | 0.38429 | 0.35183 | 0.32001 | 0.28881 | 0.25823 | 0.22824 |
| 5 | 0.40348 | 0.37035 | 0.33789 | 0.30607 | 0.27487 | 0.24429 |
| 16.0 | 0.42336 | 0.38954 | 0.35641 | 0.32395 | 0.29213 | 0.26093 |
| 5 | 0.44395 | 0.40942 | 0.37560 | 0.34247 | 0.31001 | 0.27819 |
| 17.0 | 0.46526 | 0.43001 | 0.39548 | 0.36166 | 0.32853 | 0.29607 |
| 5 | 0.48732 | 0.45132 | 0.41607 | 0.38154 | 0.34772 | 0.31459 |
| 18.0 | 0.51016 | 0.47338 | 0.43738 | 0.40213 | 0.36760 | 0.33378 |
| 5 | 0.53381 | 0.49622 | 0.45944 | 0.42344 | 0.38819 | 0.35366 |
| 19.0 | 0.55824 | 0.51987 | 0.48228 | 0.44550 | 0.40950 | 0.37425 |
| 5 | 0.58352 | 0.54430 | 0.50593 | 0.46834 | 0.43156 | 0.39556 |
| 20.0 | 0.60968 | 0.56958 | 0.53036 | 0.49199 | 0.45440 | 0.41762 |
| 5 | 0.63673 | 0.59574 | 0.55564 | 0.51642 | 0.47805 | 0.44046 |
| 21.0 | 0.66469 | 0.62279 | 0.58180 | 0.54170 | 0.50248 | 0.46411 |
| 5 | 0.69360 | 0.65075 | 0.60885 | 0.56786 | 0.52776 | 0.48854 |
| 22.0 | 0.72348 | 0.67966 | 0.63681 | 0.59491 | 0.55392 | 0.51382 |
| 5 | 0.75435 | 0.70954 | 0.66572 | 0.62287 | 0.58097 | 0.53998 |
| 23.0 | 0.78625 | 0.74041 | 0.69560 | 0.65178 | 0.60893 | 0.56703 |
| 5 | 0.81920 | 0.77231 | 0.72647 | 0.68166 | 0.63784 | 0.59499 |
| 24.0 | 0.85323 | 0.80526 | 0.75837 | 0.71253 | 0.66772 | 0.62399 |
| 5 | 0.88838 | 0.83929 | 0.79132 | 0.74443 | 0.69859 | 0.65378 |
| 25.0 | 0.92467 | 0.87444 | 0.82535 | 0.77738 | 0.73049 | 0.68465 |
| 5 | 0.96213 | 0.91073 | 0.86050 | 0.81141 | 0.76344 | 0.71655 |
| 26.0 | 1.00079 | 0.94819 | 0.89679 | 0.84656 | 0.79747 | 0.74950 |
| 5 | 1.04070 | 0.98685 | 0.93425 | 0.88285 | 0.83262 | 0.78353 |
| 27.0 | 1.08187 | 1.02676 | 0.97291 | 0.92031 | 0.86891 | 0.81868 |
| 5 | 1.12435 | 1.06793 | 1.01282 | 0.95897 | 0.90637 | 0.85497 |
| 28.0 | 1.16817 | 1.11041 | 1.05399 | 0.99888 | 0.94503 | 0.89243 |
| 5 | 1.21336 | 1.15423 | 1.09647 | 1.04005 | 0.98494 | 0.93109 |
| 29.0 | 1.25996 | 1.19942 | 1.14029 | 1.08253 | 1.02611 | 0.97100 |
| 5 | 1.30801 | 1.24602 | 1.18548 | 1.12635 | 1.06859 | 1.01217 |
| + 30.0 | 1.35754 | 1.29407 | 1.23208 | 1.17154 | 1.11241 | 1.05465 |

## Tafel X.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T. +10°.0 \div +30°.0$
$(T-T'').6°.0 \div 8°.5$

| $T$ | 6°.0 | 6°.5 | 7°.0 | 7°.5 | 8°.0 | 8°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.07182 | | | | | |
| 5 | 0.08247 | | | | | |
| 11.0 | 0.09354 | 0.06853 | | | | |
| 5 | 0.10504 | 0.07960 | | | | |
| 12.0 | 0.11698 | 0.09110 | 0.06566 | | | |
| 5 | 0.12939 | 0.10304 | 0.07716 | | | |
| 13.0 | 0.14226 | 0.11545 | 0.08910 | 0.06322 | | |
| 5 | 0.15563 | 0.12832 | 0.10151 | 0.07516 | | |
| 14.0 | 0.16949 | 0.14169 | 0.11438 | 0.08757 | | |
| 5 | 0.18389 | 0.15555 | 0.12775 | 0.10044 | 0.07363 | |
| 15.0 | 0.19881 | 0.16995 | 0.14161 | 0.11381 | 0.08650 | |
| 5 | 0.21430 | 0.18487 | 0.15601 | 0.12767 | 0.09987 | 0.07256 |
| 16.0 | 0.23035 | 0.20036 | 0.17093 | 0.14207 | 0 11373 | 0.08593 |
| 5 | 0.24699 | 0.21641 | 0.18642 | 0.15699 | 0.12813 | 0.09979 |
| 17.0 | 0.26425 | 0.23305 | 0.20247 | 0.17248 | 0.14305 | 0.11419 |
| 5 | 0.28213 | 0.25031 | 0.21911 | 0.18853 | 0.15854 | 0.12911 |
| 18.0 | 0.30065 | 0.26819 | 0.23637 | 0.20517 | 0.17459 | 0.14460 |
| 5 | 0.31984 | 0.28671 | 0.25425 | 0.22243 | 0.19123 | 0.16065 |
| 19.0 | 0.33972 | 0.30590 | 0 27277 | 0.24031 | 0.20849 | 0.17729 |
| 5 | 0 36031 | 0.32578 | 0.29196 | 0.25883 | 0.22637 | 0.19455 |
| 20.0 | 0.38162 | 0.34637 | 0.31184 | 0.27802 | 0.24489 | 0.21243 |
| 5 | 0.40368 | 0.36768 | 0.33243 | 0.29790 | 0.26408 | 0.23095 |
| 21.0 | 0.42652 | 0.38974 | 0.35374 | 0.31849 | 0.28396 | 0.25014 |
| 5 | 0 45017 | 0.41258 | 0.37580 | 0.33980 | 0.30455 | 0.27002 |
| 22.0 | 0.47460 | 0.43623 | 0.39864 | 0.36186 | 0.32586 | 0.29061 |
| 5 | 0.49988 | 0.46066 | 0 42229 | 0.38470 | 0.34792 | 0.31192 |
| 23.0 | 0.52604 | 0.48594 | 0.44672 | 0 40835 | 0.37076 | 0.33398 |
| 5 | 0.55309 | 0.51210 | 0.47200 | 0.43278 | 0.39441 | 0.35682 |
| 24.0 | 0.58105 | 0.53915 | 0.49816 | 0.45806 | 0.41884 | 0.38047 |
| 5 | 0.60996 | 0.56711 | 0.52521 | 0.48422 | 0.44412 | 0.40490 |
| 25.0 | 0.63984 | 0.59602 | 0.55317 | 0.51127 | 0.47028 | 0.43018 |
| 5 | 0.67071 | 0.62590 | 0.58208 | 0.53923 | 0.49733 | 0.45634 |
| 26.0 | 0.70261 | 0.65677 | 0 61196 | 0.56814 | 0.52529 | 0.48339 |
| 5 | 0.73556 | 0.68867 | 0.64283 | 0 59802 | 0.55420 | 0.51135 |
| 27.0 | 0.76959 | 0.72162 | 0.67473 | 0.62889 | 0.58408 | 0.54026 |
| 5 | 0.80474 | 0.75565 | 0.70768 | 0.66079 | 0.61495 | 0.57014 |
| 28.0 | 0.84103 | 0.79080 | 0.74171 | 0.69374 | 0.64685 | 0 60101 |
| 5 | 0 87849 | 0.82709 | 0.77686 | 0.72777 | 0.67980 | 0.63291 |
| 29.0 | 0.91715 | 0.86455 | 0.81315 | 0.76292 | 0.71383 | 0.66586 |
| 5 | 0.95706 | 0.90321 | 0.85061 | 0.79921 | 0.74898 | 0.69989 |
| + 30.0 | 0.99823 | 0.94312 | 0.88927 | 0.83667 | 0.78527 | 0.73504 |

159458A

## Tafel X.

**Werthe für die Elasticität des Thaupunktes $e'$, bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T. + 16°.5 \div + 30°.0$
$(T - T'). 9°.0 \div 12°.0$

| $T$ | 9°.0 | 9°.5 | 10°.0 | 10°.5 | 11°.0 | 11°.5 | 12°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +16.5 | 0.07199 | | | | | | |
| 17.0 | 0.08585 | | | | | | |
| 5 | 0.10025 | 0.07191 | | | | | |
| 18.0 | 0.11517 | 0.08631 | | | | | |
| 5 | 0.13066 | 0.10123 | 0.07237 | | | | |
| 19.0 | 0.14671 | 0.11672 | 0.08729 | | | | |
| 5 | 0.16335 | 0.13277 | 0.10278 | 0.07335 | | | |
| 20.0 | 0.18061 | 0.14941 | 0.11883 | 0.08884 | | | |
| 5 | 0.19849 | 0.16667 | 0.13547 | 0.10489 | 0.07490 | | |
| 21.0 | 0.21701 | 0.18455 | 0.15273 | 0.12153 | 0.09095 | | |
| 5 | 0.23620 | 0.20307 | 0.17061 | 0.13879 | 0.10759 | 0.07701 | |
| 22.0 | 0.25608 | 0.22226 | 0.18913 | 0.15667 | 0.12485 | 0.09363 | 0.06307 |
| 5 | 0.27667 | 0.24214 | 0.20822 | 0.17519 | 0.14273 | 0.11091 | 0.07971 |
| 23.0 | 0.29798 | 0.26273 | 0.22820 | 0.19438 | 0.16125 | 0.12879 | 0.09697 |
| 5 | 0.32004 | 0.28404 | 0.24879 | 0.21426 | 0.18044 | 0.14731 | 0.11485 |
| 24.0 | 0.34288 | 0.30610 | 0.27010 | 0.23485 | 0.20032 | 0.16650 | 0.13337 |
| 5 | 0.36653 | 0.32894 | 0.29216 | 0.25616 | 0.22091 | 0.18638 | 0.15256 |
| 25.0 | 0.39096 | 0.35259 | 0.31500 | 0.27822 | 0.24222 | 0.20697 | 0.17244 |
| 5 | 0.41624 | 0.37702 | 0.33865 | 0.30106 | 0.26428 | 0.22828 | 0.19303 |
| 26.0 | 0.44240 | 0.40230 | 0.36309 | 0.32471 | 0.28712 | 0.25034 | 0.21434 |
| 5 | 0.46945 | 0.42846 | 0.38836 | 0.34914 | 0.30177 | 0.27318 | 0.23640 |
| 27.0 | 0.49741 | 0.45551 | 0.41452 | 0.37442 | 0.33520 | 0.29683 | 0.25924 |
| 5 | 0.52632 | 0.48347 | 0.44157 | 0.40056 | 0.36048 | 0.32126 | 0.28289 |
| 28.0 | 0.55620 | 0.51238 | 0.46953 | 0.42763 | 0.38664 | 0.34654 | 0.30732 |
| 5 | 0.58707 | 0.54226 | 0.49844 | 0.45559 | 0.41369 | 0.37270 | 0.33260 |
| 29.0 | 0.61897 | 0.57313 | 0.52832 | 0.48450 | 0.44165 | 0.39975 | 0.35876 |
| 5 | 0.65192 | 0.60503 | 0.55919 | 0.51438 | 0.47056 | 0.42771 | 0.38581 |
| +30.0 | 0.68595 | 0.63799 | 0.59109 | 0.54525 | 0.50044 | 0.45682 | 0.41377 |

# Tafel XI.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

80theiliges Thermometer. $T. -10°.0 \div +10°.0$
$(T-T'').0°.0 \div 2°.5$

| $T$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — 10.0 | 1.00000 | | | | | |
| 9.5 | 1.00000 | | | | | |
| 0 | 1.00000 | | | | | |
| 8.5 | 1.00000 | | | | | |
| 0 | 1.00000 | | | | | |
| 7.5 | 1.00000 | 0.80256 | | | | |
| 0 | 1.00000 | 0.80997 | | | | |
| 6.5 | 1.00000 | 0 81707 | | | | |
| 0 | 1.00000 | 0 82368 | | | | |
| 5.5 | 1.00000 | 0 83011 | 0 66213 | | | |
| 0 | 1.00000 | 0 83610 | 0.67421 | | | |
| 4.5 | 1.00000 | 0.84178 | 0.68556 | | | |
| 0 | 1.00000 | 0.84724 | 0.69639 | 0.54745 | | |
| 3.5 | 1.00000 | 0.85242 | 0.70673 | 0.56287 | | |
| 0 | 1.00000 | 0.85732 | 0 71654 | 0.57757 | | |
| 2.5 | 1.00000 | 0.86198 | 0.72585 | 0.59152 | | |
| 0 | 1.00000 | 0.86647 | 0.73475 | 0.60481 | 0.47661 | |
| 1.5 | 1.00000 | 0.87062 | 0.74316 | 0.61741 | 0.49338 | |
| 0 | 1.00000 | 0.87469 | 0.75115 | 0.62944 | 0.50937 | |
| — 0.5 | 1.00000 | 0.87856 | 0.75887 | 0.64087 | 0.52462 | 0.40994 |
| 0. | 1.00000 | 0.88214 | 0.76612 | 0.65178 | 0.53906 | 0.42801 |
| + 0.5 | 1.00000 | 0.88566<br>0.87595 | 0.77303 | 0.66217 | 0.55292 | 0.44520 |
| 1.0 | 1.00000 | 0.87969 | 0 77968<br>0.76112 | 0.67203 | 0.56608 | 0.46165 |
| 5 | 1.00000 | 0.88330 | 0.76828 | 0.68154<br>0.65492 | 0.57863 | 0.47732 |
| 2.0 | 1.00000 | 0.88667 | 0.77508 | 0.66509 | 0.59063<br>0.55669 | 0.49221 |
| 5 | 1.00000 | 0.88993 | 0.78153 | 0.67480 | 0.56959 | 0.50649<br>0.46592 |
| 3.0 | 1.00000 | 0.89301 | 0.78771 | 0.68400 | 0.58190 | 0.48125 |
| 5 | 1.00000 | 0.89600 | 0.79362 | 0.69286 | 0.59362 | 0.49591 |
| 4.0 | 1.00000 | 0.89883 | 0.79929 | 0.70130 | 0.60485 | 0.50987 |
| 5 | 1.00000 | 0.90154 | 0.80468 | 0.70939 | 0.61558 | 0.52324 |
| 5.0 | 1.00000 | 0.90411 | 0.80964 | 0.71708 | 0.62583 | 0.53600 |
| 5 | 1.00000 | 0.90658 | 0 81474 | 0.72444 | 0.63561 | 0.54822 |
| 6.0 | 1.00000 | 0.90896 | 0.81946 | 0.73148 | 0.64497 | 0.55987 |
| 5 | 1.00000 | 0.91118 | 0.82395 | 0.73819 | 0.65389 | 0.57100 |
| 7.0 | 1.00000 | 0.91339 | 0.82826 | 0.74465 | 0.66247 | 0.58167 |
| 5 | 1.00000 | 0 91543 | 0 83240 | 0.75080 | 0.67065 | 0.59187 |
| 8.0 | 1.00000 | 0.91745 | 0.83636 | 0.75675 | 0.67850 | 0.60166 |
| 5 | 1.00000 | 0.91930 | 0.84013 | 0.76237 | 0.68602 | 0.61099 |
| 9.0 | 1.00000 | 0.92117 | 0.84375 | 0.76782 | 0.69322 | 0.61998 |
| 5 | 1.00000 | 0.92287 | 0.84724 | 0.77297 | 0.70012 | 0.62854 |
| + 10.0 | 1.00000 | 0.92458 | 0.85056 | 0.77798 | 0.70671 | 0.63680 |

# Tafel XI.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

80theiliges Thermometer. $T.+1°.0 \div +10°.0$
$(T-T'').3°.0 \div 6°.0$

| $T$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.0 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 | 6°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 1.0 | 0.35870 | | | | | | |
| 5 | 0.37749 | | | | | | |
| 2.0 | 0.39535 | | | | | | |
| 5 | 0.41236 | 0.31971 | | | | | |
| 3.0 | 0.42864 / 0.38207 | 0.33860 | | | | | |
| 5 | 0.39961 | 0.35670 / 0.30470 | | | | | |
| 4.0 | 0.41635 | 0.32417 | | | | | |
| 5 | 0.43231 | 0.34278 | 0.25453 | | | | |
| 5.0 | 0.44759 | 0.36052 | 0.27479 | | | | |
| 5 | 0.46218 | 0.37750 | 0.29410 | | | | |
| 6.0 | 0.47615 | 0.39372 | 0.31260 | 0.23271 | | | |
| 5 | 0.48947 | 0.40924 | 0.33037 | 0.25254 | | | |
| 7.0 | 0.50223 | 0.42408 | 0.34719 | 0.27150 | | | |
| 5 | 0.51442 | 0.43826 | 0.36335 | 0.28965 | 0.21709 | | |
| 8.0 | 0.52612 | 0.45185 | 0.37883 | 0.30700 | 0.23633 | | |
| 5 | 0.53729 | 0.46485 | 0.39363 | 0.32360 | 0.25472 | 0.18695 | |
| 9.0 | 0.54801 | 0.47731 | 0.40782 | 0.33951 | 0.27234 | 0.20626 | |
| 5 | 0.55828 | 0.48923 | 0.42141 | 0.35474 | 0.28919 | 0.22475 | |
| + 10.0 | 0.56812 | 0.50069 | 0.43442 | 0.36934 | 0.30536 | 0.24246 | 0.18062 |

# Tafel XI.

**Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T. + 10°.0 \div + 30°.0$ $(T - T'').0°.0 \div 2°.5$

| $T$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 1.00000 | 0.92458 | 0.85056 | 0.77798 | 0.70671 | 0.63680 |
| 5 | 1.00000 | 0.92618 | 0.85379 | 0.78275 | 0.71309 | 0.64468 |
| 11.0 | 1.00000 | 0.92770 | 0.85683 | 0.78734 | 0.71914 | 0.65226 |
| 5 | 1.00000 | 0.92920 | 0.85977 | 0.79173 | 0.72496 | 0.65951 |
| 12.0 | 1.00000 | 0.93063 | 0.86263 | 0.79595 | 0.73060 | 0.66651 |
| 5 | 1.00000 | 0.93199 | 0.86535 | 0.80003 | 0.73598 | 0.67320 |
| 13.0 | 1.00000 | 0.93329 | 0.86795 | 0.80393 | 0.74116 | 0.67963 |
| 5 | 1.00000 | 0.93455 | 0.87045 | 0.80765 | 0.74613 | 0.68582 |
| 14.0 | 1.00000 | 0.93578 | 0.87287 | 0.81126 | 0.75090 | 0.69177 |
| 5 | 1.00000 | 0.93695 | 0.87521 | 0.81473 | 0.75550 | 0.69731 |
| 15.0 | 1.00000 | 0.93806 | 0.87743 | 0.81807 | 0.75992 | 0.70296 |
| 5 | 1.00000 | 0.93912 | 0.87955 | 0.82125 | 0.76416 | 0.70824 |
| 16.0 | 1.00000 | 0.94022 | 0.88166 | 0.82436 | 0.76827 | 0.71336 |
| 5 | 1.00000 | 0.94121 | 0.88370 | 0.82736 | 0.77223 | 0.71827 |
| 17.0 | 1.00000 | 0.94216 | 0.88559 | 0.83025 | 0.77603 | 0.72300 |
| 5 | 1.00000 | 0.94310 | 0.88743 | 0.83299 | 0.77972 | 0.72754 |
| 18.0 | 1.00000 | 0.94401 | 0.88923 | 0.83565 | 0.78324 | 0.73196 |
| 5 | 1.00000 | 0.94487 | 0.89096 | 0.83822 | 0.78663 | 0.73617 |
| 19.0 | 1.00000 | 0.94571 | 0.89262 | 0.84071 | 0.78992 | 0.74024 |
| 5 | 1.00000 | 0.94653 | 0.89424 | 0.84310 | 0.79310 | 0.74419 |
| 20.0 | 1.00000 | 0.94730 | 0.89579 | 0.84542 | 0.79616 | 0.74799 |
| 5 | 1.00000 | 0.94806 | 0.89729 | 0.84766 | 0.79912 | 0.75166 |
| 21.0 | 1.00000 | 0.94880 | 0.89875 | 0.84982 | 0.80199 | 0.75522 |
| 5 | 1.00000 | 0.94950 | 0.90015 | 0.85191 | 0.80475 | 0.75865 |
| 22.0 | 1.00000 | 0.95018 | 0.90150 | 0.85392 | 0.80742 | 0.76196 |
| 5 | 1.00000 | 0.95085 | 0.90282 | 0.85588 | 0.81001 | 0.76517 |
| 23.0 | 1.00000 | 0.95150 | 0.90410 | 0.85778 | 0.81251 | 0.76827 |
| 5 | 1.00000 | 0.95211 | 0.90532 | 0.85961 | 0.81493 | 0.77127 |
| 24.0 | 1.00000 | 0.95272 | 0.90651 | 0.86138 | 0.81728 | 0.77418 |
| 5 | 1.00000 | 0.95329 | 0.90767 | 0.86310 | 0.81955 | 0.77700 |
| 25.0 | 1.00000 | 0.95388 | 0.90879 | 0.86476 | 0.82175 | 0.77973 |
| 5 | 1.00000 | 0.95441 | 0.90988 | 0.86638 | 0.82389 | 0.78237 |
| 26.0 | 1.00000 | 0.95494 | 0.91093 | 0.86794 | 0.82595 | 0.78494 |
| 5 | 1.00000 | 0.95546 | 0.91195 | 0.86946 | 0.82796 | 0.78742 |
| 27.0 | 1.00000 | 0.95596 | 0.91295 | 0.87094 | 0.82991 | 0.78983 |
| 5 | 1.00000 | 0.95645 | 0.91391 | 0.87237 | 0.83180 | 0.79218 |
| 28.0 | 1.00000 | 0.95691 | 0.91485 | 0.87376 | 0.83363 | 0.79445 |
| 5 | 1.00000 | 0.95738 | 0.91576 | 0.87512 | 0.83542 | 0.79666 |
| 29.0 | 1.00000 | 0.95782 | 0.91664 | 0.87642 | 0.83715 | 0.79880 |
| 5 | 1.00000 | 0.95826 | 0.91750 | 0.87770 | 0.83883 | 0.80088 |
| + 30.0 | 1.00000 | 0.95868 | 0.91834 | 0.87894 | 0.84048 | 0.80291 |

# Tafel XI.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

80theiliges Thermometer. $T. + 10°,0 \div + 30°,0$ $(T - T'). 3°,0 \div 5°,5$

| $T$ | 3°,0 | 3°,5 | 4°,0 | 4°,5 | 5°,0 | 5°,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10,0 | 0,56812 | 0,50069 | 0,43442 | 0,36934 | 0,30536 | 0,24246 |
| 5 | 0,57757 | 0,51165 | 0,44693 | 0,38332 | 0,32085 | 0,25944 |
| 11,0 | 0,58659 | 0,52217 | 0,45888 | 0,39675 | 0,33569 | 0,27572 |
| 5 | 0,59529 | 0,53223 | 0,47037 | 0,40960 | 0,34995 | 0,29132 |
| 12,0 | 0,60362 | 0,54194 | 0,48138 | 0,42196 | 0,36360 | 0,30631 |
| 5 | 0,61164 | 0,55122 | 0,49197 | 0,43379 | 0,37672 | 0,32066 |
| 13,0 | 0,61931 | 0,56016 | 0,50211 | 0,44519 | 0,38929 | 0,33446 |
| 5 | 0,62668 | 0,56872 | 0,51187 | 0,45609 | 0,40139 | 0,34768 |
| 14,0 | 0,63379 | 0,57695 | 0,52124 | 0,46661 | 0,41299 | 0,36041 |
| 5 | 0,64062 | 0,58489 | 0,53025 | 0,47669 | 0,42416 | 0,37262 |
| 15,0 | 0,64717 | 0,59251 | 0,53892 | 0,48638 | 0,43488 | 0,38437 |
| 5 | 0,65346 | 0,59981 | 0,54723 | 0,49570 | 0,44501 | 0,39564 |
| 16,0 | 0,65956 | 0,60687 | 0,55526 | 0,50469 | 0,45512 | 0,40651 |
| 5 | 0,66543 | 0,61368 | 0,56298 | 0,51333 | 0,46467 | 0,41698 |
| 17,0 | 0,67106 | 0,62022 | 0,57042 | 0,52164 | 0,47385 | 0,42703 |
| 5 | 0,67649 | 0,62651 | 0,57758 | 0,52964 | 0,48270 | 0,43671 |
| 18,0 | 0,68173 | 0,63258 | 0,58447 | 0,53736 | 0,49123 | 0,44603 |
| 5 | 0,68680 | 0,63844 | 0,59112 | 0,54480 | 0,49945 | 0,45502 |
| 19,0 | 0,69164 | 0,64411 | 0,59753 | 0,55196 | 0,50736 | 0,46369 |
| 5 | 0,69633 | 0,64953 | 0,60374 | 0,55888 | 0,51499 | 0,47203 |
| 20,0 | 0,70087 | 0,65477 | 0,60969 | 0,56558 | 0,52236 | 0,48008 |
| 5 | 0,70525 | 0,65985 | 0,61544 | 0,57200 | 0,52950 | 0,48786 |
| 21,0 | 0,70948 | 0,66478 | 0,62100 | 0,57820 | 0,53634 | 0,49538 |
| 5 | 0,71340 | 0,66948 | 0,62638 | 0,58421 | 0,54295 | 0,50260 |
| 22,0 | 0,71752 | 0,67406 | 0,63156 | 0,59001 | 0,54935 | 0,50958 |
| 5 | 0,72133 | 0,67849 | 0,63658 | 0,59561 | 0,55554 | 0,51635 |
| 23,0 | 0,72504 | 0,68276 | 0,64144 | 0,60099 | 0,56152 | 0,52288 |
| 5 | 0,72861 | 0,68690 | 0,64613 | 0,60628 | 0,56730 | 0,52919 |
| 24,0 | 0,73207 | 0,69091 | 0,65068 | 0,61135 | 0,57290 | 0,53530 |
| 5 | 0,73542 | 0,69478 | 0,65507 | 0,61558 | 0,57831 | 0,54121 |
| 25,0 | 0,73867 | 0,69854 | 0,65933 | 0,62100 | 0,58355 | 0,54693 |
| 5 | 0,74181 | 0,70218 | 0,66345 | 0,62561 | 0,58862 | 0,55247 |
| 26,0 | 0,74486 | 0,70571 | 0,66744 | 0,63007 | 0,59353 | 0,55783 |
| 5 | 0,74782 | 0,70912 | 0,67133 | 0,63439 | 0,59830 | 0,56302 |
| 27,0 | 0,75068 | 0,71244 | 0,67509 | 0,63858 | 0,60292 | 0,56806 |
| 5 | 0,75347 | 0,71566 | 0,67873 | 0,64264 | 0,60739 | 0,57295 |
| 28,0 | 0,75617 | 0,71878 | 0,68226 | 0,64659 | 0,61173 | 0,57769 |
| 5 | 0,75880 | 0,72182 | 0,68570 | 0,65041 | 0,61595 | 0,58227 |
| 29,0 | 0,76134 | 0,72476 | 0,68903 | 0,65413 | 0,62004 | 0,58674 |
| 5 | 0,76382 | 0,72763 | 0,69227 | 0,65774 | 0,62401 | 0,59106 |
| + 30,0 | 0,76623 | 0,73040 | 0,69541 | 0,66124 | 0,62787 | 0,59527 |

# Tafel XI.

Werthe für die relative Dampfsättigung $\frac{e'}{e}$ bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.

80theiliges Thermometer. $T. +10°.0 \div +30°.0$
$(T-T'').6°.0 \div 8°.5$

| $T$ | 6°.0 | 6°.5 | 7°.0 | 7°.5 | 8°.0 | 8°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.18062 | | | | | |
| 5 | 0.19907 | | | | | |
| 11.0 | 0.21183 | 0.15881 | | | | |
| 5 | 0.23373 | 0.17712 | | | | |
| 12.0 | 0.24999 | 0.19469 | 0.14032 | | | |
| 5 | 0.26562 | 0.21153 | 0.15840 | | | |
| 13.0 | 0.28059 | 0.22770 | 0.17574 | 0.12469 | | |
| 5 | 0.29498 | 0.24322 | 0.19240 | 0.14246 | | |
| 14.0 | 0.30878 | 0.25813 | 0.20838 | 0.15954 | | |
| 5 | 0.32207 | 0.27244 | 0.22375 | 0.17591 | 0.12896 | |
| 15.0 | 0.33481 | 0.28621 | 0.23848 | 0.19166 | 0.14567 | |
| 5 | 0.34707 | 0.29941 | 0.25267 | 0.20677 | 0.16175 | 0.11752 |
| 16.0 | 0.35887 | 0.31215 | 0.26630 | 0.22133 | 0.17718 | 0.13387 |
| 5 | 0.37021 | 0.32432 | 0.27942 | 0.23531 | 0.19205 | 0.14957 |
| 17.0 | 0.38114 | 0.33614 | 0.29203 | 0.24877 | 0.20633 | 0.16470 |
| 5 | 0.39165 | 0.34747 | 0.30416 | 0.26171 | 0.22008 | 0.17923 |
| 18.0 | 0.40176 | 0.35838 | 0.31586 | 0.27417 | 0.23331 | 0.19323 |
| 5 | 0.41065 | 0.36888 | 0.32712 | 0.28618 | 0.24604 | 0.20669 |
| 19.0 | 0.42090 | 0.37900 | 0.33795 | 0.29774 | 0.25831 | 0.21966 |
| 5 | 0.42997 | 0.38876 | 0.34841 | 0.30887 | 0.27013 | 0.23216 |
| 20.0 | 0.43870 | 0.39818 | 0.35848 | 0.31960 | 0.28152 | 0.24420 |
| 5 | 0.44712 | 0.40725 | 0.36820 | 0.32996 | 0.29250 | 0.25580 |
| 21.0 | 0.45526 | 0.41600 | 0.37758 | 0.33995 | 0.30309 | 0.26700 |
| 5 | 0.46313 | 0.42446 | 0.38662 | 0.34958 | 0.31332 | 0.27779 |
| 22.0 | 0.47069 | 0.43263 | 0.39535 | 0.35888 | 0.32317 | 0.28821 |
| 5 | 0.47800 | 0.44050 | 0.40381 | 0.36786 | 0.33269 | 0.29827 |
| 23.0 | 0.48508 | 0.44811 | 0.41194 | 0.37656 | 0.34189 | 0.30789 |
| 5 | 0.49192 | 0.45547 | 0.41980 | 0.38492 | 0.35079 | 0.31736 |
| 24.0 | 0.49854 | 0.46365 | 0.42742 | 0.39301 | 0.35936 | 0.32644 |
| 5 | 0.50494 | 0.46947 | 0.43478 | 0.40085 | 0.36765 | 0.33518 |
| 25.0 | 0.51113 | 0.47613 | 0.44190 | 0.40842 | 0.37568 | 0.34365 |
| 5 | 0.51712 | 0.48258 | 0.44879 | 0.41575 | 0.38345 | 0.35184 |
| 26.0 | 0.52293 | 0.48881 | 0.45546 | 0.42285 | 0.39096 | 0.35977 |
| 5 | 0.52855 | 0.49486 | 0.46192 | 0.42972 | 0.39823 | 0.36744 |
| 27.0 | 0.53400 | 0.50071 | 0.46818 | 0.43637 | 0.40528 | 0.37487 |
| 5 | 0.53929 | 0.50639 | 0.47424 | 0.44282 | 0.41210 | 0.38207 |
| 28.0 | 0.54441 | 0.51189 | 0.48012 | 0.44907 | 0.41871 | 0.38904 |
| 5 | 0.54938 | 0.51724 | 0.48582 | 0.45512 | 0.42512 | 0.39580 |
| 29.0 | 0.55420 | 0.52241 | 0.49135 | 0.46045 | 0.43134 | 0.40235 |
| 5 | 0.55888 | 0.52743 | 0.49672 | 0.46670 | 0.43737 | 0.40870 |
| + 30.0 | 0.56342 | 0.53232 | 0.50192 | 0.47224 | 0.44322 | 0.41487 |

hier die Berechnung der Beobachtungen folgen, welch August in seinen Tafeln, Formeln und Beobachtungen unter No. V. und No. III. giebt. Die erste Spalte enthält die Angaben des Psychrometers, die zweite den Barometerstand in pariser Zollen, die dritte den Thaupunkt nach dem Daniellschen Hygrometer, die vierte die Elasticität und Temperatur des Thaupunktes nach August's Berechnung, die fünfte diese Werthe nach den Hülfstafeln II. bis VII., die sechste endlich dieselben Werthe nach Tafeln VIII. bis XI., wo immer in den Tafeln die den Beobachtungen am Psychrometer zunächst liegenden Temperaturen aufgeschlagen (also z. B. — 6°.5 statt — 6°.6 + 0°.5 statt + 0°.3) und nicht zwischen den Temperaturen in den Tabellen interpolirt wurde, um eben zu zeigen, wie grofs die durch die weniger genaue Beobachtung herbeigeführte Abweichung sei. Die Elasticitäten in der Tafel XII. sind in pariser Zollen, die Temperaturen nach der 80theiligen Skale angegeben.

Es stellt sich nun aus dieser Zusammenstellung heraus, dafs die Augustschen Formeln und die Hülfstafeln II. bis VII. in der Bestimmung der Temperatur des Thaupunktes wenig differiren, bedeutender dagegen in der Bestimmung der Elasticität des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, die nach August stets gröfser, und zwar in den hier berechneten Beispielen bis 0.035 Zoll gröfser, gefunden wird. Will man daher den Druck der Luft nach Abzug des Wasserdampfes wissen, so giebt August's Formel kleinere Werthe wie die Formeln II. bis VII.

Die Werthe der Elasticität und Temperatur des Thaupunktes, wie sie nach den Tafeln VIII. bis XI. gefunden werden, sind nun wie dies natürlich ist, bald gröfser bald kleiner, wie die genauern in der 5ten Spalte, doch beträgt die Abweichung der Temperatur im Maximum nur 0°.7 und in der Elasticität 0.02, Fehler, die man fast immer wird vernachlässigen können.

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, wie man sich dieser Tafeln zu bedienen hat, wenn man nur beachtet, dafs der vertikale Index die Lufttemperatur, der horizontale die Temperaturdifferenz der beiden Thermometer des Psychrometers angiebt. Ist also z. B.

$t = +21.0$, $t'' = +14.5$ also $(t - t'') = 6.5$,

so findet man in Tafel VIII. in der Horizontalspalte $+21.0$ und in der Vertikalspalte 6.5

$$e' = 0.30811,$$

und unter der Vertikalspalte 0.0 findet man den zu diesem $e'$ gehörigen Werth von

$$t' = +8.5 \div 9.0,$$

zwischen welchen beiden Temperaturen man interpoliren kann.

Ferner findet man in Tafel IX. ebenso bei $+21°.0$ und $6°.5$

$$\frac{e'}{e} = 0.45128.$$

Man kann in diesen Tabellen nur die Werthe für die Thaupunkte bis $-10°$ finden, bis unter diese Temperatur habe ich die Tabellen nicht ausdehnen wollen, weil sie bei technischen Zwecken, für welche die Tafeln hauptsächlich bestimmt sind, selten tiefer vorkommen werden.

Wenn die Temperatur des feuchten Thermometers nahe $0°$ ist, so kann das Wasser an demselben bald gefroren, bald flüssig sein. Deshalb sind in den Rubriken wo $t'' = 0$ also $t = (t - t')$ ist, zwei Zahlen übereinander gegeben, von denen die obere für den festen, die untere für den flüssigen Zustand des Wassers am feuchten Thermometer des Psychrometers gilt.

Um die Anwendbarkeit der Tabellen zu zeigen, d. h. um nachzuweisen, dafs der Fehler der Tabellen, welcher theils von der Vernachlässigung des Barometerstandes, theils von der weniger genauen Temperaturbestimmung herrührt, in den meisten Fällen übersehen werden kann, lasse ich

hier die Berechnung der Beobachtungen folgen, welc August in seinen Tafeln, Formeln und Beobachtung unter No. V. und No. III. giebt. Die erste Spalte enth die Angaben des Psychrometers, die zweite den Barome terstand in pariser Zollen, die dritte den Thaupunkt nach dem Daniellschen Hygrometer, die vierte die Elasticität und Temperatur des Thaupunktes nach August's Berechnung, die fünfte diese Werthe nach den Hülfstafeln II. bis VII., die sechste endlich dieselben Werthe nach Tafeln VIII. bis XI., wo immer in den Tafeln die den Beobachtungen am Psychrometer zunächst liegenden Temperaturen aufgeschlagen (also z. B. — 6°.5 statt — 6°.6 + 0°.5 statt + 0°.3) und nicht zwischen den Temperaturen in den Tabellen interpolirt wurde, um eben zu zeigen, wie grofs die durch die weniger genaue Beobachtung herbeigeführte Abweichung sei. Die Elasticitäten in der Tafel XII. sind in pariser Zollen, die Temperaturen nach der 80theiligen Skale angegeben.

Es stellt sich nun aus dieser Zusammenstellung heraus, dafs die Augustschen Formeln und die Hülfstafeln II. bis VII. in der Bestimmung der Temperatur des Thaupunktes wenig differiren, bedeutender dagegen in der Bestimmung der Elasticität des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, die nach August stets gröfser, und zwar in den hier berechneten Beispielen bis 0.035 Zoll gröfser, gefunden wird. Will man daher den Druck der Luft nach Abzug des Wasserdampfes wissen, so giebt August's Formel kleinere Werthe wie die Formeln II. bis VII.

Die Werthe der Elasticität und Temperatur des Thaupunktes, wie sie nach den Tafeln VIII. bis XI. gefunden werden, sind nun wie dies natürlich ist, bald gröfser bald kleiner, wie die genauern in der 5ten Spalte, doch beträgt die Abweichung der Temperatur im Maximum nur 0°.7 und in der Elasticität 0.02, Fehler, die man fast immer wird vernachlässigen können.

T

| I. | | | II. | III. |
|---|---|---|---|---|
| Psychrometer | | | Barometer | Danie |
| $T$ | $T'$ | $(T-T')$ | | $T'$ |
| + 20.1 | + 11.0 | 9.1 | 27″.1 | + 1° |
| 20.3 | 11.2 | 9.1 | 27″.1 | 1° |
| 20.4 | 11.0 | 9.4 | 27″.1 | 2° |
| 20.2 | 11.2 | 9.0 | 27″.1 | 3° |
| 20.3 | 11.8 | 8.5 | 27″.1 | 4° |
| 12.2 | 10.1 | 2.1 | 26″.7 | 8° |
| 11.8 | 9.7 | 2.1 | 26″.7 | 8° |
| 11.7 | 9.4 | 2.3 | 26″.7 | 8° |
| 11.2 | 8.5 | 2.7 | 26″.7 | 6° |
| 11.1 | 8.4 | 2.7 | 26″.7 | 6° |
| 10.5 | 8.3 | 2.2 | 26″.7 | 6° |
| 10.3 | 8.2 | 2.1 | 26″.7 | 7° |
| 19.4 | 12.6 | 6.8 | 26″.9 | 6° |
| 19.0 | 12.4 | 6.6 | 26″.9 | 6° |
| 19.0 | 12.4 | 6.6 | 26″.9 | 6° |
| 18.8 | 12.0 | 6.8 | 26″.9 | 6° |
| 18.8 | 12.1 | 6.7 | 26″.9 | 6°. |
| 18.8 | 12.5 | 6.3 | 26″.9 | 7°. |
| 18.4 | 12.2 | 6.2 | 26″.9 | 7°. |
| + 18.4 | + 12.4 | 6.0 | 26″.9 | + 7°. |
| — 6.8 | — 8.0 | 1.2 | 28″.0 | — 13°. |
| 4.8 | 6.8 | 2.0 | 28″.0 | 13°. |
| — 0.0 | 2.1 | 2.1 | 28″.0 | 7°. |
| + 0.9 | — 0.4 | 1.3 | 28″.0 | — 2°. |

| I |
|---|
| $T$ |
| — 9.8 |
| 8.6 |
| 10.2 |
| 10.4 |
| 10.2 |
| 8.8 |
| 4.9 |
| 6.6 |
| 3.5 |
| — 2.6 |
| + 0.5 |
| 0.3 |
| 1.0 |
| 11.4 |
| 11.5 |
| 12.2 |
| 13.2 |
| 14.2 |
| 14.9 |
| 15.4 |
| 15.5 |
| 15.7 |
| 16.4 |
| 17.0 |
| 19.2 |
| 20.3 |
| 23.0 |
| 13.4 |
| 14.4 |
| 14.4 |
| 15.2 |
| 17.5 |
| 15.9 |
| 14.9 |
| 14.0 |
| 16.1 |
| 17.2 |
| 13.7 |
| 14.1 |
| + 11.6 |

a f e l XII.

| | IV. August's Formeln | | V. Tafel II÷VII. | | VI. Tafel VIII÷XI. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $e'$ | $T''$ | $e'$ | $T''$ | $e'$ | $T''$ |
| .8 | 0.2242 | + 2.2 | 0.1860 | + 1.2 | 0.1806 | + 1.0 |
| .8 | 0.2283 | 2.4 | 0.1931 | 1.6 | 0.1985 | 2.0 |
| .2 | 0.2142 | 1.6 | 0.1779 | 0.7 | 0.1667 | 0.0 |
| .1 | 0.2308 | 2.5 | 0.1958 | 1.7 | 0.1806 | 1.0 |
| .4 | 0.2658 | 4.2 | 0.2312 | 3.6 | 0.2310 | 3.5 |
| .8 | 0.3733 | 8.4 | 0.3451 | 8.3 | 0.3419 | 8.0 |
| .7 | 0.3600 | 7.9 | 0.3322 | 7.8 | 0.3419 | 8.0 |
| .0 | 0.3450 | 7.4 | 0.3173 | 7.3 | 0.2964 | 6.5 |
| .7 | 0.3075 | 6.0 | 0.2794 | 5.8 | 0.2815 | 6.0 |
| .4 | 0.3050 | 5.9 | 0.2765 | 5.7 | 0.2815 | 6.0 |
| .9 | 0.3142 | 6.2 | 0.2869 | 6.1 | 0.2954 | 6.5 |
| .1 | 0.3133 | 6.2 | 0.2867 | 6.1 | 0.2954 | 6.5 |
| .4 | 0.3408 | 7.2 | 0.3090 | 7.0 | 0.2920 | 6.5 |
| .2 | 0.3392 | 7.2 | 0.3065 | 6.9 | 0.3059 | 7.0 |
| .2 | 0.3392 | 7.2 | 0.3065 | 6.9 | 0.3059 | 7.0 |
| .4 | 0.3183 | 6.4 | 0.2858 | 6.1 | 0.2728 | 5.5 |
| .7 | 0.3250 | 6.6 | 0.2923 | 6.3 | 0.3059 | 7.0 |
| 1 | 0.3508 | 7.6 | 0.3184 | 7.3 | 0.3059 | 7.0 |
| .8 | 0.3450 | 7.4 | 0.3095 | 7.0 | 0.2867 | 6.0 |
| 3 | 0.3550 | + 7.7 | 0.3226 | + 7.5 | 0.3198 | + 7.5 |
| 8 | 0.0592 | — 12.6 | 0.0488 | — 12.6 | | |
| 7 | 0.0475 | 14.8 | 0.0390 | 14.7 | | |
| 7 | 0.1008 | 6.9 | 0.0865 | 7.0 | 0.0902 | — 6.5 |
| 7 | 0.1508 | — 2.4 | 0.1295 | — 2.8 | 0.1231 | — 3.5 |

## § 4.

### Vom Gewichte des Wasserdampfes.

Bei einigen technischen Operationen ist es von Interesse, das Gewicht des in einem bestimmten Volumen Luft enthaltenen Wasserdampfes zu wissen.

Wenn z. B. bei einem Gebläseofen eine gewisse Quantität Luft in die Feuerung eingeführt wird, so ist der Effekt einer gleichen Menge des Brennmaterials ein sehr verschiedener, je nach dem Verhältnisse des Sauerstoffs der Luft zu dem in der Luft enthaltenen Wasserdampfe. Dies Verhältnifs ist aber eine sehr veränderliche, erstlich von der Temperatur, und zweitens von dem Feuchtigkeitszustande der Luft abhängige Gröfse. Je höher die Temperatur ist, um so dünner ist die Luft, um so weniger Sauerstoff befindet sich also in demselben Volumen Luft. Bei höheren Temperaturen kann aufserdem noch mehr Wasserdampf in der Luft enthalten sein, als bei niederen und der Wärmeverlust bei der Feuerung wird daher unter diesen Umständen sehr beträchtlich sein.

Man ist nun wohl berechtigt, in diesen Verhältnissen den Grund für die oft beobachtete Thatsache zu sehen, dafs im Sommer trotz der höheren Lufttemperatur bei Gebläseöfen mehr Brennmaterial verbraucht wird, um denselben Effekt zu erzielen wie im Winter, ja dafs sogar unter gewissen Umständen, ein vermehrter Verbrauch des Brennmaterials den mangelhaften Erfolg des Gebläses nicht ersetzen kann.

Da man auf diesen Punkt aufmerksam geworden ist, und seit einigen Jahren Beobachtungen über den Einflufs der Luftfeuchtigkeit bei Gebläsen angestellt hat, so glaube ich, dafs Tafeln, in denen man das Gewicht des in einem bestimmten Volumen Luft bei beobachteten Psychrometerständen enthaltenen Wasserdampfes auffinden kann, erwünscht sein werden, und solche Tafeln lassen sich im Anschlufs an die vorher gegebenen leicht herstellen.

Nennt man das absolute Gewicht der Luft bei 28″ Barometerstand und 100° C. Temperatur L., und setzt das spec. Gewicht der Luft unter diesen Umständen = 1; bezeichnet man ferner mit $D$ das absolute Gewicht desselben Volumens Wasserdampf, und mit $s$ das spec. Gewicht des Wasserdampfes gegen die oben genannte Einheit, so ist

$$D = sL.$$

Die Angaben über das spec. Gew. des Wasserdampfs sind nun eben so zahlreich wie die über die Elasticität desselben. Muncke giebt im neuen Gehlerschen Wörterbuche II. 371 ff. eine vollständige Uebersicht der hierher gehörenden Arbeiten bis zum Jahre 1826. Eine andere Uebersicht bis zu derselben Zeit findet sich in der schon oben erwähnten Schrift von Kämtz: Untersuchungen über die Expansivkraft der Dämpfe. Halle 1826. 8° S. 81 ff.

Nach der Zeit sind Untersuchungen über diesen Gegenstand von Brunner [1]), Schmeddingk [2]), Schitko [3]), v. Wrede [4]), de Pambour [5]), Holtzmann [6]) u. A. bekannt gemacht worden.

Es würde überflüssig sein, bei der Kritik der verschiedenen durch diese Beobachter gefundenen Werthe zu verweilen, da sich oben die von Holtzmann für die Elasticität des Wasserdampfes gefundene Formel mit der aus den Magnusschen genauen Beobachtungen entwikkelten, so übereinstimmend gezeigt hat, dafs an der Genauigkeit der aus jener Formel für die Dichtigkeit des Wasserdampfes berechneten Werthe zu zweifeln kein Grund vorhanden ist.

---

[1]) Pogg. Ann. XX. 281; XXVII. 41; Gehl. n. Wörterb. X. 1102.
[2]) Pogg. Ann. XXVII. 40; dissertatio de densitate vaporum Berol. 1832; Dove Rep. I. 52; Gehler n. W. X. 1103.
[3]) Zeitschr. v. Baumgärtner VI. 260; Pogg. Ann. XXVII. 59; Gehler n. W. X. 1107.
[4]) Pogg. Ann. LIII. 233.
[5]) Compt. rend. XII. 655; Pogg. Ann. LIII. 234; Théorie de la mach. à vap. p. 68 ff.; Gehler X. 1107.
[6]) Ueber d. Wärme und Elasticität d. Gase u. Dämpfe p. 22.

Holtzmann giebt a. a. O. für das spec. Gew. des Wasserdampfes gegen Luft von 100° und unter 28″ Druck folgende Formel:

$$s = \frac{1}{1.6964} \cdot \frac{336.22}{236{,}22+t} \cdot \frac{e_t}{e_{100}},$$

oder einfacher:

für die 100theilige Skale:

$$s = \frac{198{,}19}{236{,}22+t} \cdot \frac{e_t}{e_{100}},$$

für die 80theilige Skale:

$$s = \frac{198{,}19}{236{,}22+1{,}25\,T} \cdot \frac{e_T}{e_{80}},$$

wo $e_t$, $e_T$ die Elasticitäten des Wasserdampfs bei den Temperaturen $t$, $T$, und $e_{100}$, $e_{80}$ dieselbe bei den Temperaturen $t = 100$, $T = 80$ bedeuten.

Was nun das absolute Gewicht der Luft $L$ betrifft, so dienen zur Berechnung desselben folgende Angaben.

Nach Muncke in Gehler's neuem Wörterbuch IV. 1512 wiegt 1 Cubikcentimeter Luft von 0° Temperatur und bei 0″,76 = 336‴.905 paris. Maafs Barometerstand,

0,00129902417 Grammen.

Dies Gewicht ist für den mittleren Borometerstand von 28″ = 336‴ mit $\frac{336}{336{,}905}$ zu multipliciren, folglich wiegt 1 Cubikcentimeter Luft von 0° und bei mittlerem Barometerstande 0.001295535 Grammen.

Nun ist nach Dove „über Maafs und Messen" p. 38 1 preufs. Fufs = 31,38535 Centimeter, folglich:
1 pr. Cubikf. = 30915,8357 Cub. Centimeter. Daher wiegen 1000 preufs. Cubikfufs Luft von 0° und bei 28″ Barometerstand 40052,5413 Grammen.

Ferner ist 1 Gramm = 0,002138072 Pfd. preufs., folglich wiegen 1000 Cubikfufs Luft unter den angegebenen Bedingungen 85,6352 Pfd. preufs.

Da in der oben nach Holtzmann angeführten Formel das spec. Gew. des Wasserdampfes gegen das der Luft bei 100° C. als Einheit gesetzt, ausgedrückt wird, so ist es zur Bestimmung des absoluten Gewichtes von $D$ oder ebenfalls 1000 Cubikfufs Wasserdampf nöthig, das der Luft

bei 100° C. zu wissen. Der Magnussche Ausdehnungscoefficient der Luft ist nun für 1° C. = 0,003668, folglich ist die Dichtigkeit der Luft bei 0° C. = 1,3668, wenn sie bei 100° C. = 1 war. Es ergiebt sich also für das absolute Gewicht von 1000 preufs. Cubikfufs Luft unter 28″ Druck der Werth:

$$L_t = \frac{85.6352}{(1+0.003668t)} \text{ Pfd.}$$

folglich für 100° C.:

$$L_{100} = \frac{85,6352}{1,3668} = 62,654 \text{ Pfd.}$$

Mithin ist das absolute Gewicht von 100 preufs. Cubikfufs Wasserdampf.

$$D_t = 62,654 \cdot \frac{198,19}{236,22+t} \cdot \frac{e_t}{e_{100}} .$$

Da nach Dalton's Beobachtung Wasserdampf sich gegen Luft wie gegen den leeren Raum verhält, d. h. da in einem mit luftgefülltem Raume genau so viel Wasser verdampft, wie im luftleeren, so bedeutet $D$ auch das absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikfufs Luft im Maximum der Spannung enthaltenen Wasserdampfes. Um das absolute Gewicht des im genannten Volumen befindlichen Wasserdampfes zu erhalten, wenn das Maximum der Spannung nicht erreicht ist, hat man $D$ nur mit der relativen Dampfsättigung oder den in den Tafeln IX. u. XI. gegebenen Werthen zu multipliciren, wodurch das absolute Gewicht des in 1000 Cubikfufs Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen $= D \frac{e'}{e}$ tabellarisch übersichtlich gemacht werden kann *).

Die Tafeln XIII. bis XVI. enthalten die, vermittelst der so eben gegebenen Formeln berechneten Werthe von $L$, $s$, $D$ und $D \cdot \frac{e'}{e}$ nach der hundertheiligen sowohl wie nach der achzigtheiligen Skale.

---

*) Mit einem unvermeidlichen Fehler werden die Werthe von $D$ in so fern behaftet sein, als nach Schmeddingk's Untersuchungen die Dichtigkeit des mit der Luft gemischten Wasserdampfes gröfser ist, als die des Wasserdampfes im leeren Raume; die Gröfse der Differenz ist aber noch nicht bestimmt, und mufs daher für jetzt vernachlässigt werden.

# Tafel XIII.

## 100theiliges Thermometer.

| $t$ | $L$ | $\log L$ | $s$ | $\log s$ | $D$ | $\log D$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — 10.0 | 88.896 | 1.94888 | 0.00244 | 7.38821 | 0.1532 | 9.18516 |
| 9.5 | 88.726 | 1.94805 | 0.00254 | 7.40447 | 0.1590 | 9.20142 |
| 0 | 88.558 | 1.94723 | 0.00263 | 7.42069 | 0.1651 | 9.21764 |
| 8.5 | 88.391 | 1.94641 | 0.00273 | 7.43681 | 0.1713 | 9.23376 |
| 0 | 88.223 | 1.94558 | 0.00284 | 7.45285 | 0.1777 | 9.24980 |
| 7.5 | 88.056 | 1.94476 | 0.00294 | 7.46885 | 0.1844 | 9.26580 |
| 0 | 87.892 | 1.94395 | 0.00305 | 7.48473 | 0.1913 | 9.28168 |
| 6.5 | 87.726 | 1.94313 | 0.00317 | 7.50054 | 0.1984 | 9.29749 |
| 0 | 87.561 | 1.94231 | 0.00328 | 7.51631 | 0.2057 | 9.31324 |
| 5.5 | 87.398 | 1.94150 | 0.00340 | 7.53200 | 0.2133 | 9.32895 |
| 0 | 87.235 | 1.94069 | 0.00353 | 7.54764 | 0.2211 | 9.34459 |
| 4.5 | 87.072 | 1.93988 | 0.00366 | 7.56320 | 0.2292 | 9.36015 |
| 0 | 86.910 | 1.93907 | 0.00379 | 7.57867 | 0.2375 | 9.37562 |
| 3.5 | 86.748 | 1.93826 | 0.00393 | 7.59408 | 0.2461 | 9.39103 |
| 0 | 86.588 | 1.93746 | 0.00407 | 7.60945 | 0.2549 | 9.40640 |
| 2.5 | 86.427 | 1.93665 | 0.00421 | 7.62470 | 0.2640 | 9.42165 |
| 0 | 86.268 | 1.93585 | 0.00436 | 7.63993 | 0.2735 | 9.43688 |
| 1.5 | 86.109 | 1.93505 | 0.00452 | 7.65508 | 0.2832 | 9.45203 |
| 0 | 85.951 | 1.93425 | 0.00468 | 7.67015 | 0.2932 | 9.46710 |
| — 0.5 | 85.793 | 1.93345 | 0.00484 | 7.68515 | 0.3035 | 9.48210 |
| 0 | 85.635 | 1.93265 | 0.00501 | 7.70012 | 0.3141 | 9.49707 |
| + 0.5 | 85.477 | 1.93185 | 0.00519 | 7.71500 | 0.3251 | 9.51195 |
| 1.0 | 85.322 | 1.93106 | 0.00537 | 7.72983 | 0.3363 | 9.52676 |
| 5 | 85.167 | 1.93027 | 0.00555 | 7.74458 | 0.3480 | 9.54153 |
| 2.0 | 85.014 | 1.92949 | 0.00574 | 7.75926 | 0.3599 | 9.55621 |
| 5 | 84.857 | 1.92869 | 0.00594 | 7.77388 | 0.3723 | 9.57083 |
| 3.0 | 84.703 | 1.92790 | 0.00614 | 7.78845 | 0.3850 | 9.58540 |
| 5 | 84.549 | 1.92711 | 0.00635 | 7.80296 | 0.3980 | 9.59991 |
| 4.0 | 84.396 | 1.92632 | 0.00657 | 7.81738 | 0.4115 | 9.61433 |
| 5 | 84.244 | 1.92554 | 0.00679 | 7.83178 | 0.4253 | 9.62873 |
| 5.0 | 84.093 | 1.92476 | 0.00702 | 7.84609 | 0.4396 | 9.64304 |
| 5 | 83.942 | 1.92398 | 0.00725 | 7.86034 | 0.4542 | 9.65729 |
| 6.0 | 83.792 | 1.92320 | 0.00749 | 7.87453 | 0.4693 | 9.67148 |
| 5 | 83.641 | 1.92242 | 0.00774 | 7.88866 | 0.4849 | 9.68561 |
| 7.0 | 83.491 | 1.92164 | 0.00799 | 7.90273 | 0.5008 | 9.69968 |
| 5 | 83.341 | 1.92086 | 0.00826 | 7.91675 | 0.5173 | 9.71370 |
| 8.0 | 83.192 | 1.92008 | 0.00853 | 7.93071 | 0.5342 | 9.72766 |
| 5 | 83.044 | 1.91931 | 0.00880 | 7.94459 | 0.5515 | 9.74154 |
| 9.0 | 82.897 | 1.91854 | 0.00909 | 7.95844 | 0.5694 | 9.75539 |
| 5 | 82.750 | 1.91777 | 0.00938 | 7.97222 | 0.5877 | 9.76917 |
| + 10.0 | 82.604 | 1.91700 | 0.00968 | 7.98593 | 0.6066 | 9.78288 |

# Tafel XIII.

## 100theiliges Thermometer.

| $t$ | $L$ | $\log L$ | $s$ | $\log s$ | $D$ | $\log D$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 82.604 | 1.91700 | 0.00968 | 7.98593 | 0.6066 | 9.78293 |
| 5 | 82.457 | 1.91623 | 0.00999 | 7.99961 | 0.6260 | 9.79656 |
| 11.0 | 82.311 | 1.91546 | 0.01031 | 8.01321 | 0.6459 | 9.81016 |
| 5 | 82.167 | 1.91470 | 0.01064 | 8.02676 | 0.6664 | 9.82371 |
| 12.0 | 82.024 | 1.91394 | 0.01097 | 8.04025 | 0.6874 | 9.83720 |
| 5 | 81.880 | 1.91318 | 0.01132 | 8.05369 | 0.7090 | 9.85064 |
| 13.0 | 81.737 | 1.91242 | 0.01167 | 8.06708 | 0.7312 | 9.86403 |
| 5 | 81.594 | 1.91166 | 0.01203 | 8.08040 | 0.7540 | 9.87735 |
| 14.0 | 81.452 | 1.91090 | 0.01241 | 8.09367 | 0.7774 | 9.89062 |
| 5 | 81.309 | 1.91014 | 0.01279 | 8.10689 | 0.8014 | 9.90384 |
| 15.0 | 81.169 | 1.90939 | 0.01318 | 8.12005 | 0.8260 | 9.91700 |
| 5 | 81.029 | 1.90864 | 0.01359 | 8.13315 | 0.8513 | 9.93010 |
| 16.0 | 80.889 | 1.90789 | 0.01400 | 8.14621 | 0.8773 | 9.94316 |
| 5 | 80.750 | 1.90714 | 0.01443 | 8.15921 | 0.9040 | 9.95616 |
| 17.0 | 80.610 | 1.90639 | 0.01486 | 8.17216 | 0.9313 | 9.96911 |
| 5 | 80.471 | 1.90564 | 0.01531 | 8.18506 | 0.9594 | 9.98201 |
| 18.0 | 80.332 | 1.90489 | 0.01577 | 8.19790 | 0.9882 | 9.99485 |
| 5 | 80.194 | 1.90414 | 0.01624 | 8.21070 | 1.0178 | 0.00765 |
| 19.0 | 80.055 | 1.90339 | 0.01673 | 8.22345 | 1.0481 | 0.02040 |
| 5 | 79.917 | 1.90264 | 0.01722 | 8.23612 | 1.0791 | 0.03307 |
| 20.0 | 79.781 | 1.90190 | 0.01773 | 8.24876 | 1.1110 | 0.04571 |
| 5 | 79.645 | 1.90116 | 0.01825 | 8.26134 | 1.1436 | 0.05829 |
| 21.0 | 79.510 | 1.90042 | 0.01879 | 8.27386 | 1.1771 | 0.07083 |
| 5 | 79.374 | 1.89968 | 0.01934 | 8.28636 | 1.2115 | 0.08331 |
| 22.0 | 79.239 | 1.89894 | 0.01990 | 8.29880 | 1.2467 | 0.09575 |
| 5 | 79.104 | 1.89820 | 0.02047 | 8.31119 | 1.2827 | 0.10813 |
| 23.0 | 78.971 | 1.89747 | 0.02101 | 8.32352 | 1.3197 | 0.12047 |
| 5 | 78.839 | 1.89674 | 0.02167 | 8.33580 | 1.3575 | 0.13275 |
| 24.0 | 78.706 | 1.89601 | 0.02229 | 8.34804 | 1.3963 | 0.14499 |
| 5 | 78.574 | 1.89528 | 0.02292 | 8.36024 | 1.4361 | 0.15719 |
| 25.0 | 78.442 | 1.89455 | 0.02357 | 8.37237 | 1.4768 | 0.16932 |
| 5 | 78.311 | 1.89382 | 0.02424 | 8.38447 | 1.5185 | 0.18142 |
| 26.0 | 78.179 | 1.89309 | 0.02493 | 8.39651 | 1.5612 | 0.19346 |
| 5 | 78.048 | 1.89238 | 0.02563 | 8.40852 | 1.6050 | 0.20547 |
| 27.0 | 77.917 | 1.89165 | 0.02633 | 8.42046 | 1.6497 | 0.21741 |
| 5 | 77.786 | 1.89091 | 0.02706 | 8.43237 | 1.6956 | 0.22932 |
| 28.0 | 77.659 | 1.89019 | 0.02781 | 8.44441 | 1.7433 | 0.24136 |
| 5 | 77.530 | 1.88947 | 0.02858 | 8.45603 | 1.7905 | 0.25299 |
| 29.0 | 77.402 | 1.88875 | 0.02936 | 8.46760 | 1.8397 | 0.26475 |
| 5 | 77.273 | 1.88803 | 0.03017 | 8.47953 | 1.8894 | 0.27648 |
| + 30.0 | 77.145 | 1.88731 | 0.03099 | 8.49129 | 1.9410 | 0.28815 |

# Tafel XIV.

## 80theiliges Thermometer.

| $T$ | $L$ | log $L$ | $s$ | log $s$ | $D$ | log $D$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — 10.0 | 89.749 | 1.95303 | 0.00202 | 7.30579 | 0.1267 | 9.10274 |
| 9.5 | 89.534 | 1.95199 | 0.00212 | 7.32656 | 0.1329 | 9.12351 |
| 9.0 | 89.320 | 1.95095 | 0.00222 | 7.34722 | 0.1394 | 9.14417 |
| 8.5 | 89.107 | 1.94991 | 0.00233 | 7.36775 | 0.1461 | 9.16470 |
| 8.0 | 88.896 | 1.94888 | 0.00244 | 7.38821 | 0.1532 | 9.18516 |
| 7.5 | 88.685 | 1.94785 | 0.00256 | 7.40853 | 0.1605 | 9.20548 |
| 7.0 | 88.475 | 1.94682 | 0.00268 | 7.42876 | 0.1682 | 9.22571 |
| 6.5 | 88.265 | 1.94579 | 0.00281 | 7.44883 | 0.1761 | 9.24578 |
| 6.0 | 88.056 | 1.94476 | 0.00294 | 7.46885 | 0.1844 | 9.26580 |
| 5.5 | 87.850 | 1.94374 | 0.00308 | 7.48869 | 0.1930 | 9.28564 |
| 5.0 | 87.644 | 1.94272 | 0.00322 | 7.50845 | 0.2020 | 9.30540 |
| 4.5 | 87.438 | 1.94170 | 0.00337 | 7.52811 | 0.2114 | 9.32506 |
| 4.0 | 87.235 | 1.94069 | 0.00353 | 7.54764 | 0.2211 | 9.34459 |
| 3.5 | 87.032 | 1.93968 | 0.00369 | 7.56764 | 0.2312 | 9.36402 |
| 3.0 | 86.830 | 1.93867 | 0.00386 | 7.58640 | 0.2417 | 9.38335 |
| 2.5 | 86.628 | 1.93766 | 0.00403 | 7.60562 | 0.2527 | 9.40257 |
| 2.0 | 86.427 | 1.93665 | 0.00421 | 7.62470 | 0.2640 | 9.42165 |
| 1.5 | 86.228 | 1.93565 | 0.00440 | 7.64373 | 0.2759 | 9.44068 |
| 1.0 | 86.030 | 1.93465 | 0.00460 | 7.66264 | 0.2881 | 9.45959 |
| — 0.5 | 85.832 | 1.93365 | 0.00480 | 7.68141 | 0.3009 | 9.47836 |
| 0. | 85.635 | 1.93265 | 0.00501 | 7.70012 | 0.3141 | 9.49707 |
| + 0.5 | 85.440 | 1.93166 | 0.00523 | 7.71872 | 0.3279 | 9.51567 |
| 1.0 | 85.245 | 1.93067 | 0.00546 | 7.73721 | 0.3421 | 9.53416 |
| 1.5 | 85.051 | 1.92968 | 0.00570 | 7.75559 | 0.3569 | 9.55254 |
| 2.0 | 84.857 | 1.92869 | 0.00594 | 7.77388 | 0.3723 | 9.57083 |
| 2.5 | 84.664 | 1.92770 | 0.00620 | 7.79208 | 0.3882 | 9.58903 |
| 3.0 | 84.473 | 1.92672 | 0.00646 | 7.81018 | 0.4047 | 9.60713 |
| 3.5 | 84.283 | 1.92574 | 0.00673 | 7.82818 | 0.4218 | 9.62513 |
| 4.0 | 84.093 | 1.92476 | 0.00702 | 7.84609 | 0.4396 | 9.64304 |
| 4.5 | 83.903 | 1.92378 | 0.00731 | 7.86389 | 0.4580 | 9.66084 |
| 5.0 | 83.714 | 1.92280 | 0.00761 | 7.88160 | 0.4770 | 9.67855 |
| 5.5 | 83.528 | 1.92183 | 0.00793 | 7.89922 | 0.4968 | 9.69617 |
| 6.0 | 83.341 | 1.92086 | 0.00826 | 7.91675 | 0.5173 | 9.71370 |
| 6.5 | 83.155 | 1.91989 | 0.00859 | 7.93419 | 0.5384 | 9.73114 |
| 7.0 | 82.970 | 1.91892 | 0.00894 | 7.95153 | 0.5604 | 9.74848 |
| 7.5 | 82.787 | 1.91796 | 0.00931 | 7.96878 | 0.5831 | 9.76573 |
| 8.0 | 82.604 | 1.91700 | 0.00968 | 7.98593 | 0.6066 | 9.78288 |
| 8.5 | 82.421 | 1.91604 | 0.01007 | 8.00302 | 0.6309 | 9.79997 |
| 9.0 | 82.239 | 1.91508 | 0.01047 | 8.01999 | 0.6561 | 9.81694 |
| 9.5 | 82.060 | 1.91413 | 0.01089 | 8.03689 | 0.6821 | 9.83384 |
| + 10.0 | 81.880 | 1.91318 | 0.01132 | 8.05369 | 0.7090 | 9.85064 |

# Tafel XIV.

## 80theiliges Thermometer.

| T | L | log L | s | log k | D | log D |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 81.980 | 1.91318 | 0.01132 | 8.05369 | 0.7090 | 9.85064 |
| 5 | 81.701 | 1.91223 | 0.01176 | 8.07040 | 0.7371 | 9.86735 |
| 11.0 | 81.523 | 1.91159 | 0.01222 | 8.08704 | 0.7656 | 9.88399 |
| 5 | 81.345 | 1.91093 | 0.01269 | 8.10359 | 0.7955 | 9.90054 |
| 12.0 | 81.169 | 1.90979 | 0.01318 | 8.12005 | 0.8260 | 9.91700 |
| 5 | 80.993 | 1.90845 | 0.01369 | 8.13643 | 0.8578 | 9.93338 |
| 13.0 | 80.819 | 1.90751 | 0.01421 | 8.15272 | 0.8906 | 9.94967 |
| 5 | 80.644 | 1.90657 | 0.01476 | 8.16894 | 0.9245 | 9.96589 |
| 14.0 | 80.471 | 1.90564 | 0.01531 | 8.18506 | 0.9594 | 9.98201 |
| 5 | 80.297 | 1.90470 | 0.01589 | 8.20111 | 0.9955 | 9.99806 |
| 15.0 | 80.124 | 1.90376 | 0.01648 | 8.21707 | 1.0328 | 0.01402 |
| 5 | 79.952 | 1.90283 | 0.01710 | 8.23298 | 1.0713 | 0.02993 |
| 16.0 | 79.781 | 1.90190 | 0.01773 | 8.24876 | 1.1110 | 0.04571 |
| 5 | 79.610 | 1.90097 | 0.01839 | 8.26448 | 1.1519 | 0.06143 |
| 17.0 | 79.440 | 1.90004 | 0.01906 | 8.28012 | 1.1942 | 0.07707 |
| 5 | 79.272 | 1.89917 | 0.01976 | 8.29570 | 1.2378 | 0.09265 |
| 18.0 | 79.104 | 1.89829 | 0.02047 | 8.31118 | 1.2827 | 0.10813 |
| 5 | 78.937 | 1.89738 | 0.02121 | 8.32660 | 1.3291 | 0.12355 |
| 19.0 | 78.770 | 1.89636 | 0.02199 | 8.34194 | 1.3769 | 0.13889 |
| 5 | 78.605 | 1.89545 | 0.02276 | 8.35719 | 1.4261 | 0.15414 |
| 20.0 | 78.442 | 1.89453 | 0.02357 | 8.37237 | 1.4769 | 0.16932 |
| 5 | 78.278 | 1.89364 | 0.02441 | 8.38749 | 1.5291 | 0.18444 |
| 21.0 | 78.114 | 1.89273 | 0.02527 | 8.40252 | 1.5830 | 0.19947 |
| 5 | 77.951 | 1.89183 | 0.02615 | 8.41749 | 1.6385 | 0.21444 |
| 22.0 | 77.788 | 1.89091 | 0.02706 | 8.43237 | 1.6956 | 0.22932 |
| 5 | 77.627 | 1.89001 | 0.02800 | 8.44719 | 1.7544 | 0.24414 |
| 23.0 | 77.466 | 1.88911 | 0.02897 | 8.46192 | 1.8150 | 0.25887 |
| 5 | 77.306 | 1.88821 | 0.02998 | 8.47660 | 1.8774 | 0.27355 |
| 24.0 | 77.145 | 1.88731 | 0.03099 | 8.49120 | 1.9416 | 0.28815 |
| 5 | 76.986 | 1.88641 | 0.03204 | 8.50572 | 2.0076 | 0.30267 |
| 25.0 | 76.828 | 1.88552 | 0.03313 | 8.52018 | 2.0755 | 0.31713 |
| 5 | 76.671 | 1.88463 | 0.03424 | 8.53457 | 2.1455 | 0.33152 |
| 26.0 | 76.514 | 1.88374 | 0.03539 | 8.54889 | 2.2174 | 0.34584 |
| 5 | 76.357 | 1.88285 | 0.03657 | 8.56314 | 2.2913 | 0.36009 |
| 27.0 | 76.201 | 1.88196 | 0.03779 | 8.57732 | 2.3674 | 0.37427 |
| 5 | 76.045 | 1.88107 | 0.03903 | 8.59144 | 2.4456 | 0.38839 |
| 28.0 | 75.891 | 1.88019 | 0.04032 | 8.60549 | 2.5260 | 0.40244 |
| 5 | 75.737 | 1.87931 | 0.04164 | 8.61948 | 2.6088 | 0.41643 |
| 29.0 | 75.584 | 1.87843 | 0.04299 | 8.63339 | 2.6936 | 0.43035 |
| 5 | 75.431 | 1.87755 | 0.04438 | 8.64725 | 2.7809 | 0.44419 |
| + 30.0 | 75.280 | 1.87668 | 0.04580 | 8.66104 | 2.8705 | 0.45796 |

# Tafel XV.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t. -10°.0 \div +10°.0$ $(t - t'').0°.0 \div 2°.5$

| $t$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — 10.0 | 0 153 | | | | | |
| 9.5 | 0.159 | | | | | |
| 9.0 | 0.165 | | | | | |
| 8.5 | 0 171 | | | | | |
| 8.0 | 0.178 | 0.152 | | | | |
| 7.5 | 0.184 | 0.158 | | | | |
| 7.0 | 0.191 | 0.165 | | | | |
| 6.5 | 0.198 | 0.172 | | | | |
| 6 0 | 0.206 | 0.179 | 0.153 | | | |
| 5.5 | 0.213 | 0.186 | 0.160 | | | |
| 5.0 | 0.221 | 0.194 | 0.167 | | | |
| 4.5 | 0.229 | 0.202 | 0.175 | 0.148 | | |
| 4.0 | 0.238 | 0.210 | 0.183 | 0.156 | | |
| 3.5 | 0.246 | 0.218 | 0.191 | 0.164 | | |
| 3.0 | 0.255 | 0.227 | 0.199 | 0.172 | 0.145 | |
| 2.5 | 0.264 | 0.236 | 0.208 | 0.180 | 0.153 | |
| 2.0 | 0.274 | 0.245 | 0.217 | 0.189 | 0.161 | |
| 1.5 | 0.283 | 0.254 | 0.226 | 0.198 | 0.170 | |
| 1.0 | 0.293 | 0.264 | 0.235 | 0.207 | 0.179 | 0.151 |
| — 0.5 | 0.304 | 0.274 | 0 245 | 0.216 | 0.188 | 0.160 |
| 0. | 0.314 | 0.284 | 0.255 | 0.226 | 0.198 | 0.169 |
| + 0.5 | 0.325 | 0.295<br>0.293 | 0.266 | 0.236 | 0.207 | 0.179 |
| 1.0 | 0.336 | 0.304 | 0.276<br>0.271 | 0.247 | 0.217 | 0.189 |
| 1.5 | 0.348 | 0.315 | 0.282 | 0.257<br>0.250 | 0.228 | 0.199 |
| 2.0 | 0.360 | 0.326 | 0.293 | 0.261 | 0.239<br>0.228 | 0.209 |
| 2.5 | 0.372 | 0.338 | 0.305 | 0.272 | 0.239 | 0.220<br>0.207 |
| 3.0 | 0.385 | 0.351 | 0.317 | 0.284 | 0.251 | 0.218 |
| 3.5 | 0 398 | 0.364 | 0.329 | 0.296 | 0.263 | 0.230 |
| 4.0 | 0.412 | 0.377 | 0.342 | 0.308 | 0.275 | 0.241 |
| 4.5 | 0 425 | 0.390 | 0.355 | 0.321 | 0.287 | 0.253 |
| 5.0 | 0.440 | 0.404 | 0.369 | 0.334 | 0.300 | 0.266 |
| 5.5 | 0.454 | 0.418 | 0.383 | 0.348 | 0.313 | 0.279 |
| 6.0 | 0 469 | 0.433 | 0.397 | 0.362 | 0 326 | 0.292 |
| 6 5 | 0.485 | 0.448 | 0.412 | 0 377 | 0.340 | 0.305 |
| 7.0 | 0.501 | 0.464 | 0.427 | 0.391 | 0.355 | 0.319 |
| 7.5 | 0.517 | 0.480 | 0.442 | 0.406 | 0.369 | 0.334 |
| 8.0 | 0.534 | 0.496 | 0.458 | 0.421 | 0.384 | 0.348 |
| 8.5 | 0.552 | 0.513 | 0.475 | 0.437 | 0.400 | 0.364 |
| 9.0 | 0.569 | 0.530 | 0.492 | 0.454 | 0.416 | 0.379 |
| 9 5 | 0.588 | 0.548 | 0.509 | 0.471 | 0.433 | 0.395 |
| + 10 0 | 0.607 | 0.566 | 0.527 | 0.488 | 0.449 | 0.412 |

# Tafel XV.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t . +0°.5 \div +10°.0$
$(t-t'') . 3°.0 \div 6°.0$

| $t$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.4 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 | 6°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0.5 | 0.151 | | | | | | |
| 1.0 | 0.160 | | | | | | |
| 1.5 | 0.170 | | | | | | |
| 2.0 | 0.180 | 0.151 | | | | | |
| 2.5 | 0.191 | 0.162 | | | | | |
| 3.0 | {0.201 / 0.186} | 0.172 | 0.143 | | | | |
| 3.5 | 0.197 | {0.183 / 0.165} | 0.154 | | | | |
| 4.0 | 0.209 | 0.176 | {0.164 / 0.144} | | | | |
| 4.5 | 0.220 | 0.188 | 0.155 | | | | |
| 5.0 | 0.232 | 0.199 | 0.167 | | | | |
| 5.5 | 0.245 | 0.212 | 0.179 | 0.146 | | | |
| 6.0 | 0.264 | 0.224 | 0.191 | 0.158 | | | |
| 6.5 | 0.271 | 0.237 | 0.203 | 0.170 | | | |
| 7.0 | 0.284 | 0.250 | 0.216 | 0.182 | 0.149 | | |
| 7.5 | 0.298 | 0.264 | 0.229 | 0.195 | 0.162 | | |
| 8.0 | 0.313 | 0.278 | 0.243 | 0.208 | 0.175 | 0.141 | |
| 8.5 | 0.327 | 0.292 | 0.257 | 0.222 | 0.188 | 0.154 | |
| 9.0 | 0.343 | 0.307 | 0.271 | 0.236 | 0.201 | 0.167 | |
| 9.5 | 0.358 | 0.322 | 0.286 | 0.250 | 0.215 | 0.181 | 0.147 |
| +10.0 | 0.374 | 0.337 | 0.301 | 0.265 | 0.230 | 0 195 | 0.160 |

# Tafel XV.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t. + 10°.0 \div + 30°.0$ $(t - t'').0°.0 \div 2°.5$

| $t$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.607 | 0.566 | 0.527 | 0.488 | 0.449 | 0.412 |
| 5 | 0.626 | 0.585 | 0.545 | 0.506 | 0.467 | 0.429 |
| 11.0 | 0.646 | 0.605 | 0.564 | 0.524 | 0.485 | 0.446 |
| 5 | 0.666 | 0.625 | 0.584 | 0.543 | 0.503 | 0.464 |
| 12.0 | 0.687 | 0.645 | 0.603 | 0.562 | 0.522 | 0.482 |
| 5 | 0.709 | 0.666 | 0.624 | 0.582 | 0.541 | 0.501 |
| 13.0 | 0.731 | 0.688 | 0.645 | 0.603 | 0.561 | 0.521 |
| 5 | 0.754 | 0.710 | 0.667 | 0.624 | 0.582 | 0.540 |
| 14.0 | 0.777 | 0.733 | 0.689 | 0.645 | 0.603 | 0.561 |
| 5 | 0.801 | 0.756 | 0.712 | 0.668 | 0.624 | 0.582 |
| 15.0 | 0.826 | 0.780 | 0.735 | 0.690 | 0.647 | 0.604 |
| 5 | 0.851 | 0.805 | 0.759 | 0.714 | 0.669 | 0.626 |
| 16.0 | 0.877 | 0.830 | 0.784 | 0.738 | 0.693 | 0.648 |
| 5 | 0.904 | 0.856 | 0.809 | 0.762 | 0.717 | 0.672 |
| 17.0 | 0.931 | 0.883 | 0.835 | 0.788 | 0.741 | 0.696 |
| 5 | 0.959 | 0.910 | 0.861 | 0.814 | 0.767 | 0.720 |
| 18.0 | 0.988 | 0.938 | 0.889 | 0.840 | 0.793 | 0.746 |
| 5 | 1.018 | 0.967 | 0.917 | 0.868 | 0.819 | 0.772 |
| 19.0 | 1.048 | 0.996 | 0.946 | 0.896 | 0.847 | 0.798 |
| 5 | 1.079 | 1.027 | 0.975 | 0.924 | 0.875 | 0.826 |
| 20.0 | 1.111 | 1.058 | 1.005 | 0.954 | 0.903 | 0.854 |
| 5 | 1.144 | 1.090 | 1.036 | 0.984 | 0.933 | 0.882 |
| 21.0 | 1.177 | 1.122 | 1.068 | 1.015 | 0.963 | 0.912 |
| 5 | 1.212 | 1.156 | 1.101 | 1.047 | 0.994 | 0.942 |
| 22.0 | 1.247 | 1.190 | 1.134 | 1.080 | 1.026 | 0.973 |
| 5 | 1.283 | 1.225 | 1.169 | 1.113 | 1.058 | 1.005 |
| 23.0 | 1.320 | 1.261 | 1.204 | 1.147 | 1.092 | 1.037 |
| 5 | 1.358 | 1.298 | 1.240 | 1.182 | 1.126 | 1.071 |
| 24.0 | 1.396 | 1.336 | 1.277 | 1.218 | 1.161 | 1.105 |
| 5 | 1.436 | 1.375 | 1.314 | 1.255 | 1.197 | 1.140 |
| 25.0 | 1.477 | 1.414 | 1.353 | 1.293 | 1.234 | 1.176 |
| 5 | 1.519 | 1.455 | 1.393 | 1.332 | 1.272 | 1.213 |
| 26.0 | 1.561 | 1.497 | 1.433 | 1.371 | 1.310 | 1.250 |
| 5 | 1.605 | 1.539 | 1.475 | 1.412 | 1.350 | 1.289 |
| 27.0 | 1.650 | 1.583 | 1.518 | 1.453 | 1.390 | 1.329 |
| 5 | 1.696 | 1.628 | 1.561 | 1.496 | 1.432 | 1.369 |
| 28.0 | 1.743 | 1.674 | 1.607 | 1.540 | 1.475 | 1.411 |
| 5 | 1.791 | 1.721 | 1.652 | 1.584 | 1.518 | 1.453 |
| 29.0 | 1.840 | 1.768 | 1.699 | 1.630 | 1.563 | 1.497 |
| 5 | 1.890 | 1.818 | 1.747 | 1.677 | 1.608 | 1.541 |
| + 30.0 | 1.942 | 1.868 | 1.796 | 1.725 | 1.655 | 1.587 |

## Tafel XV.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

| 100theiliges Thermometer. | $t.+10°,0 \div +30°,0$ $(t-t').3°,0 \div 5°,5$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $t$ | 3°,0 | 3°,5 | 4°,0 | 4°,5 | 5°,0 | 5°,5 |
| + 10,0 | 0,374 | 0,337 | 0,301 | 0,265 | 0,230 | 0,195 |
| 5 | 0,391 | 0,353 | 0,317 | 0,280 | 0,245 | 0,209 |
| 11,0 | 0,408 | 0,370 | 0,333 | 0,296 | 0,260 | 0,224 |
| 5 | 0,425 | 0,387 | 0,349 | 0,312 | 0,275 | 0,239 |
| 12,0 | 0,443 | 0,404 | 0,366 | 0,329 | 0,292 | 0,255 |
| 5 | 0,461 | 0,422 | 0,384 | 0,346 | 0,308 | 0,271 |
| 13,0 | 0,480 | 0,441 | 0,402 | 0,363 | 0,325 | 0,288 |
| 5 | 0,500 | 0,460 | 0,420 | 0,381 | 0,342 | 0,305 |
| 14,0 | 0,520 | 0,479 | 0,439 | 0,399 | 0,360 | 0,323 |
| 5 | 0,540 | 0,499 | 0,458 | 0,418 | 0,379 | 0,340 |
| 15,0 | 0,561 | 0,520 | 0,478 | 0,438 | 0,398 | 0,358 |
| 5 | 0,583 | 0,540 | 0,499 | 0,458 | 0,417 | 0,377 |
| 16,0 | 0,605 | 0,562 | 0,520 | 0,478 | 0,437 | 0,397 |
| 5 | 0,628 | 0,584 | 0,541 | 0,499 | 0,458 | 0,417 |
| 17,0 | 0,651 | 0,607 | 0,563 | 0,521 | 0,479 | 0,437 |
| 5 | 0,675 | 0,630 | 0,586 | 0,543 | 0,500 | 0,458 |
| 18,0 | 0,700 | 0,654 | 0,610 | 0,568 | 0,522 | 0,480 |
| 5 | 0,725 | 0,679 | 0,634 | 0,589 | 0,545 | 0,502 |
| 19,0 | 0,751 | 0,704 | 0,658 | 0,613 | 0,568 | 0,525 |
| 5 | 0,777 | 0,730 | 0,683 | 0,637 | 0,592 | 0,548 |
| 20,0 | 0,805 | 0,757 | 0,709 | 0,663 | 0,617 | 0,572 |
| 5 | 0,833 | 0,784 | 0,736 | 0,689 | 0,642 | 0,596 |
| 21,0 | 0,861 | 0,812 | 0,763 | 0,715 | 0,668 | 0,622 |
| 5 | 0,891 | 0,840 | 0,791 | 0,742 | 0,695 | 0,648 |
| 22,0 | 0,921 | 0,870 | 0,820 | 0,770 | 0,722 | 0,674 |
| 5 | 0,952 | 0,900 | 0,849 | 0,799 | 0,750 | 0,700 |
| 23,0 | 0,984 | 0,931 | 0,879 | 0,828 | 0,778 | 0,729 |
| 5 | 1,016 | 0,963 | 0,910 | 0,859 | 0,808 | 0,758 |
| 24,0 | 1,050 | 0,995 | 0,942 | 0,890 | 0,838 | 0,787 |
| 5 | 1,084 | 1,029 | 0,974 | 0,921 | 0,869 | 0,817 |
| 25,0 | 1,119 | 1,063 | 1,008 | 0,954 | 0,900 | 0,848 |
| 5 | 1,155 | 1,098 | 1,042 | 0,987 | 0,933 | 0,880 |
| 26,0 | 1,191 | 1,134 | 1,077 | 1,021 | 0,966 | 0,912 |
| 5 | 1,229 | 1,170 | 1,113 | 1,056 | 1,000 | 0,945 |
| 27,0 | 1,268 | 1,208 | 1,149 | 1,092 | 1,035 | 0,980 |
| 5 | 1,307 | 1,247 | 1,187 | 1,128 | 1,074 | 1,014 |
| 28,0 | 1,348 | 1,287 | 1,226 | 1,168 | 1,109 | 1,054 |
| 5 | 1,389 | 1,328 | 1,265 | 1,204 | 1,145 | 1,087 |
| 29,0 | 1,432 | 1,368 | 1,305 | 1,244 | 1,184 | 1,124 |
| 5 | 1,475 | 1,410 | 1,347 | 1,284 | 1,223 | 1,163 |
| + 30,0 | 1,520 | 1,454 | 1,389 | 1,326 | 1,263 | 1,202 |

# Tafel XV.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t.+10°.0 \div +30°.0$ $(t-t'').6°.0 \div 8°.5$

| $t$ | 6°.0 | 6°.5 | 7°.0 | 7°.5 | 8°.0 | 8°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.160 | | | | | |
| 5 | 0.174 | 0.140 | | | | |
| 11.0 | 0.189 | 0.154 | | | | |
| 5 | 0.204 | 0.169 | | | | |
| 12.0 | 0.219 | 0.183 | 0.148 | | | |
| 5 | 0.235 | 0.199 | 0.163 | | | |
| 13.0 | 0.251 | 0.214 | 0.178 | 0.143 | | |
| 5 | 0.267 | 0.230 | 0.194 | 0.158 | | |
| 14.0 | 0.284 | 0.247 | 0.210 | 0.174 | 0.138 | |
| 5 | 0.302 | 0.264 | 0.227 | 0.190 | 0.154 | |
| 15.0 | 0.320 | 0.281 | 0.244 | 0.207 | 0.170 | |
| 5 | 0.338 | 0.299 | 0.261 | 0.224 | 0.187 | 0.150 |
| 16.0 | 0.357 | 0.318 | 0.279 | 0.241 | 0.204 | 0.167 |
| 5 | 0.376 | 0.337 | 0.298 | 0.259 | 0.221 | 0.184 |
| 17.0 | 0.396 | 0.356 | 0.316 | 0.277 | 0.239 | 0.201 |
| 5 | 0.417 | 0.376 | 0.336 | 0.296 | 0.257 | 0.219 |
| 18.0 | 0.438 | 0.396 | 0.356 | 0.316 | 0.276 | 0.237 |
| 5 | 0.459 | 0.417 | 0.376 | 0.336 | 0.296 | 0.256 |
| 19.0 | 0.482 | 0.439 | 0.397 | 0.356 | 0.316 | 0.276 |
| 5 | 0 504 | 0.461 | 0.419 | 0.377 | 0.336 | 0.296 |
| 20.0 | 0.528 | 0.484 | 0.441 | 0.399 | 0.357 | 0.316 |
| 5 | 0.552 | 0.507 | 0.464 | 0.421 | 0.379 | 0.337 |
| 21.0 | 0.576 | 0.531 | 0 487 | 0.444 | 0.401 | 0.359 |
| 5 | 0.601 | 0.556 | 0.511 | 0.467 | 0.424 | 0.381 |
| 22.0 | 0.627 | 0.581 | 0.536 | 0.491 | 0.447 | 0.404 |
| 5 | 0.654 | 0.607 | 0 561 | 0.515 | 0.471 | 0.427 |
| 23.0 | 0.681 | 0.633 | 0.587 | 0 541 | 0.495 | 0.451 |
| 5 | 0.709 | 0.661 | 0.613 | 0.566 | 0.520 | 0.475 |
| 24.0 | 0.737 | 0.688 | 0.640 | 0.593 | 0.546 | 0.501 |
| 5 | 0.767 | 0.717 | 0.668 | 0.620 | 0.573 | 0.526 |
| 25.0 | 0.797 | 0.746 | 0.697 | 0.648 | 0.600 | 0.553 |
| 5 | 0.828 | 0.776 | 0.726 | 0.677 | 0.628 | 0.580 |
| 26.0 | 0.859 | 0.807 | 0.756 | 0.706 | 0.656 | 0.608 |
| 5 | 0.892 | 0.839 | 0.787 | 0.736 | 0.686 | 0.636 |
| 27.0 | 0 925 | 0.871 | 0.818 | 0.767 | 0.716 | 0.666 |
| 5 | 0.959 | 0.904 | 0.851 | 0.798 | 0.746 | 0.696 |
| 28.0 | 0 994 | 0.939 | 0.884 | 0.831 | 0.778 | 0.727 |
| 5 | 1.029 | 0.973 | 0.918 | 0 864 | 0.810 | 0.758 |
| 29.0 | 1.066 | 1.009 | 0.953 | 0.898 | 0.843 | 0.790 |
| 5 | 1.104 | 1.046 | 0.988 | 0.932 | 0.877 | 0.823 |
| + 30.0 | 1.142 | 1.083 | 1.025 | 0.968 | 0.912 | 0.857 |

# Tafel XV.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

100theiliges Thermometer. $t. +16°.5 \div +30°.0$
$(t-t'). 9°.0 \div 12°.0$

| $t$ | 9°.0 | 9°.5 | 10°.0 | 10°.5 | 11°.0 | 11°.5 | 12°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +16.5 | 0.147 | | | | | | |
| 17.0 | 0,164 | | | | | | |
| 5 | 0.181 | 0.144 | | | | | |
| 18.0 | 0.199 | 0.161 | | | | | |
| 5 | 0.218 | 0.179 | 0.142 | | | | |
| 19.0 | 0.236 | 0.198 | 0.160 | | | | |
| 5 | 0.256 | 0.217 | 0.178 | 0.140 | | | |
| 20.0 | 0.276 | 0.236 | 0.197 | 0.158 | | | |
| 5 | 0.296 | 0.256 | 0.216 | 0.177 | 0.139 | | |
| 21.0 | 0.317 | 0.276 | 0.236 | 0.197 | 0.158 | | |
| 5 | 0 339 | 0.298 | 0.257 | 0.217 | 0.177 | 0.138 | |
| 22.0 | 0.361 | 0.319 | 0.278 | 0.237 | 0.197 | 0.158 | |
| 5 | 0.384 | 0.341 | 0.299 | 0.258 | 0.218 | 0.178 | 0.139 |
| 23.0 | 0.407 | 0.364 | 0.321 | 0.280 | 0.239 | 0.198 | 0.158 |
| 5 | 0,431 | 0.387 | 0.344 | 0.302 | 0.260 | 0.219 | 0.179 |
| 24.0 | 0.455 | 0.411 | 0.367 | 0.324 | 0.282 | 0.241 | 0.200 |
| 5 | 0.481 | 0.436 | 0.391 | 0.348 | 0.305 | 0.263 | 0.221 |
| 25.0 | 0.506 | 0.461 | 0.415 | 0.372 | 0.328 | 0.285 | 0.243 |
| 5 | 0.533 | 0.487 | 0.441 | 0 396 | 0 352 | 0.309 | 0.266 |
| 26.0 | 0.560 | 0.513 | 0.467 | 0.421 | 0.377 | 0.333 | 0.289 |
| 5 | 0.588 | 0.540 | 0.493 | 0.447 | 0.402 | 0.357 | 0.313 |
| 27.0 | 0.616 | 0.568 | 0.520 | 0.473 | 0.427 | 0.382 | 0 338 |
| 5 | 0.646 | 0.596 | 0.548 | 0.501 | 0.454 | 0.408 | 0.363 |
| 28.0 | 0.676 | 0.626 | 0.577 | 0.529 | 0.481 | 0.434 | 0.389 |
| 5 | 0.706 | 0.656 | 0.606 | 0.557 | 0.509 | 0.461 | 0.415 |
| 29.0 | 0.738 | 0.686 | 0.636 | 0.586 | 0.537 | 0.489 | 0.442 |
| 5 | 0.770 | 0.718 | 0 666 | 0.616 | 0.566 | 0.517 | 0.469 |
| +30.0 | 0.803 | 0.750 | 0.698 | 0.647 | 0.596 | 0.547 | 0.498 |

# Tafel XVI.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T. -10°.0 \div +10°.0$ $(T-T'').0°.0 \div 2°.5$

| $T$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| −10.0 | 0.127 | | | | | |
| 9.5 | 0.133 | | | | | |
| 9.0 | 0.139 | | | | | |
| 8.5 | 0.146 | | | | | |
| 8.0 | 0.153 | | | | | |
| 7.5 | 0.161 | 0.129 | | | | |
| 7.0 | 0.168 | 0.136 | | | | |
| 6.5 | 0.176 | 0.144 | | | | |
| 6.0 | 0.184 | 0.152 | | | | |
| 5.5 | 0.193 | 0.160 | 0.128 | | | |
| 5.0 | 0.202 | 0.169 | 0.136 | | | |
| 4.5 | 0.211 | 0.178 | 0.145 | | | |
| 4.0 | 0.221 | 0.187 | 0.154 | 0.121 | | |
| 3.5 | 0.231 | 0.197 | 0.163 | 0.130 | | |
| 3.0 | 0.242 | 0.208 | 0.173 | 0.140 | | |
| 2.5 | 0.253 | 0.218 | 0.183 | 0.149 | | |
| 2.0 | 0.264 | 0.229 | 0.194 | 0.160 | 0.126 | |
| 1.5 | 0.276 | 0.240 | 0.205 | 0.170 | 0.136 | |
| 1.0 | 0.288 | 0.252 | 0.216 | 0.181 | 0.147 | |
| − 0.5 | 0.301 | 0.264 | 0.228 | 0.193 | 0.158 | 0.123 |
| 0. | 0.314 | 0.277 | 0.241 | 0.205 | 0.169 | 0.134 |
| + 0.5 | 0.328 | 0.290<br>0.287 | 0.253 | 0.217 | 0.181 | 0.146 |
| 1.0 | 0.342 | 0.301 | 0.267<br>0.260 | 0.230 | 0.194 | 0.158 |
| 1.5 | 0.357 | 0.315 | 0.274 | 0.243<br>0.234 | 0.207 | 0.170 |
| 2.0 | 0.372 | 0.330 | 0.289 | 0.248 | 0.220<br>0.207 | 0.183 |
| 2.5 | 0.388 | 0.345 | 0.303 | 0.262 | 0.221 | 0.197<br>0.181 |
| 3.0 | 0.405 | 0.361 | 0.319 | 0.277 | 0.235 | 0.195 |
| 3.5 | 0.422 | 0.378 | 0.335 | 0.292 | 0.250 | 0.209 |
| 4.0 | 0.440 | 0.395 | 0.352 | 0.308 | 0.266 | 0.224 |
| 4.5 | 0.458 | 0.413 | 0.369 | 0.325 | 0.282 | 0.240 |
| 5.0 | 0.477 | 0.431 | 0.386 | 0.342 | 0.299 | 0.256 |
| 5.5 | 0.497 | 0.450 | 0.405 | 0.360 | 0.316 | 0.272 |
| 6.0 | 0.517 | 0.470 | 0.424 | 0.378 | 0.334 | 0.290 |
| 6.5 | 0.538 | 0.491 | 0.444 | 0.397 | 0.352 | 0.308 |
| 7.0 | 0.560 | 0.512 | 0.464 | 0.417 | 0.371 | 0.326 |
| 7.5 | 0.583 | 0.534 | 0.485 | 0.438 | 0.391 | 0.345 |
| 8.0 | 0.607 | 0.556 | 0.507 | 0.459 | 0.412 | 0.365 |
| 8.5 | 0.631 | 0.580 | 0.530 | 0.481 | 0.433 | 0.385 |
| 9.0 | 0.656 | 0.604 | 0.554 | 0.504 | 0.455 | 0.407 |
| 9.5 | 0.682 | 0.629 | 0.578 | 0.527 | 0.478 | 0.429 |
| + 10.0 | 0.709 | 0.656 | 0.603 | 0.553 | 0.501 | 0.451 |

# Tafel XVI.

**Werthe für das in preußischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preuß. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

HOtheiliges Thermometer. $T$. + 1° 0 ÷ + 10° 0
($T - T''$) 3°.0 ÷ 6° 0

| $T$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.0 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 | 6°.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 0 | 0 123 | | | | | | |
| 5 | 0 135 | | | | | | |
| 2 0 | 0 147 | | | | | | |
| 5 | 0 160 | 0 124 | | | | | |
| 3 0 | (0 173) | 0 137 | | | | | |
| | (0 155) | | | | | | |
| | | (0 150) | | | | | |
| 5 | 0 169 | (0 179) | | | | | |
| 4 0 | 0 183 | 0 143 | | | | | |
| 5 | 0 199 | 0 157 | 0 117 | | | | |
| 5 0 | 0 214 | 0 172 | 0 131 | | | | |
| 5 | 0 230 | 0 188 | 0 146 | | | | |
| 6 0 | 0 246 | 0 204 | 0 162 | 0 120 | | | |
| 5 | 0 263 | 0 220 | 0 178 | 0 136 | | | |
| 7 0 | 0 281 | 0 238 | 0 195 | 0 152 | | | |
| 5 | 0 300 | 0 256 | 0 212 | 0 169 | 0 127 | | |
| 8 0 | 0 319 | 0 274 | 0 230 | 0 186 | 0 144 | | |
| 5 | 0 339 | 0 293 | 0 249 | 0 204 | 0 161 | 0 119 | |
| 9 0 | 0 360 | 0 313 | 0 268 | 0 221 | 0 179 | 0 135 | |
| 5 | 0 381 | 0 334 | 0 288 | 0 242 | 0 197 | 0 153 | |
| 10 0 | 0 403 | 0 355 | 0 309 | 0 263 | 0 216 | 0 172 | 0 13[illegible] |

# Tafel XVI.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T.+10°.0 \div +30°.0$ $(T-T').0°.0 \div 2°.5$

| $T$ | 0°.0 | 0°.5 | 1°.0 | 1°.5 | 2°.0 | 2°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.709 | 0.656 | 0.603 | 0.553 | 0.501 | 0.451 |
| 5 | 0.737 | 0.683 | 0.629 | 0.577 | 0.526 | 0.475 |
| 11.0 | 0.766 | 0.710 | 0.656 | 0.603 | 0.551 | 0.499 |
| 5 | 0.795 | 0.739 | 0.684 | 0.630 | 0.577 | 0.525 |
| 12.0 | 0.826 | 0.769 | 0.713 | 0.657 | 0.604 | 0.551 |
| 5 | 0.858 | 0.800 | 0.743 | 0.686 | 0.632 | 0.577 |
| 13.0 | 0 891 | 0.831 | 0.773 | 0.716 | 0.660 | 0.605 |
| 5 | 0.925 | 0.864 | 0.805 | 0.747 | 0.690 | 0.634 |
| 14.0 | 0.959 | 0.898 | 0.837 | 0.778 | 0.720 | 0.664 |
| 5 | 0.996 | 0.933 | 0.871 | 0.811 | 0.752 | 0.695 |
| 15.0 | 1.033 | 0.969 | 0.906 | 0.845 | 0.785 | 0.726 |
| 5 | 1.071 | 1.006 | 0.942 | 0.880 | 0.819 | 0.759 |
| 16.0 | 1.111 | 1.045 | 0.979 | 0.916 | 0.854 | 0.793 |
| 5 | 1.152 | 1.084 | 1.018 | 0.953 | 0.890 | 0.828 |
| 17.0 | 1.194 | 1.125 | 1.058 | 0.991 | 0.927 | 0.863 |
| 5 | 1.238 | 1.167 | 1.098 | 1.031 | 0.965 | 0.900 |
| 18.0 | 1.283 | 1.211 | 1.141 | 1.072 | 1.005 | 0.939 |
| 5 | 1.329 | 1.256 | 1.184 | 1.115 | 1.046 | 0.979 |
| 19.0 | 1.377 | 1.302 | 1.229 | 1.158 | 1.088 | 1.019 |
| 5 | 1.426 | 1.350 | 1.275 | 1.203 | 1.131 | 1.061 |
| 20.0 | 1.477 | 1.399 | 1.323 | 1.249 | 1.176 | 1.105 |
| 5 | 1.529 | 1.450 | 1.372 | 1.296 | 1.222 | 1.149 |
| 21.0 | 1.583 | 1.502 | 1.423 | 1.345 | 1.270 | 1.195 |
| 5 | 1.639 | 1.556 | 1.475 | 1.396 | 1.319 | 1.243 |
| 22.0 | 1.696 | 1.611 | 1.529 | 1.448 | 1.369 | 1.292 |
| 5 | 1.754 | 1.668 | 1.584 | 1.502 | 1.421 | 1.342 |
| 23.0 | 1.815 | 1.727 | 1.641 | 1.557 | 1.475 | 1.394 |
| 5 | 1.877 | 1.788 | 1.700 | 1.614 | 1.530 | 1.448 |
| 24.0 | 1.942 | 1.850 | 1.760 | 1.672 | 1.587 | 1.503 |
| 5 | 2.008 | 1.914 | 1.822 | 1.733 | 1.645 | 1.560 |
| 25.0 | 2.076 | 1.980 | 1.886 | 1.795 | 1.706 | 1.618 |
| 5 | 2.146 | 2.048 | 1.952 | 1.859 | 1.768 | 1.679 |
| 26.0 | 2.217 | 2.117 | 2.020 | 1.925 | 1.831 | 1.741 |
| 5 | 2.291 | 2.189 | 2.090 | 1.992 | 1.897 | 1.805 |
| 27.0 | 2.367 | 2.258 | 2.161 | 2.062 | 1.965 | 1.870 |
| 5 | 2.446 | 2.339 | 2.235 | 2.134 | 2.034 | 1.938 |
| 28.0 | 2.526 | 2.417 | 2.311 | 2.207 | 2.106 | 2.007 |
| 5 | 2.609 | 2.497 | 2.389 | 2.283 | 2.179 | 2.079 |
| 29.0 | 2.694 | 2.580 | 2.469 | 2.361 | 2 255 | 2.152 |
| 5 | 2.781 | 2.665 | 2.551 | 2.441 | 2.333 | 2.227 |
| + 30.0 | 2.871 | 2.752 | 2.636 | 2.523 | 2.469 | 2.305 |

# Tafel XVI.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T. +10°,0 \div +30°,0$ $(T-T'). 3°,0 \div 5°,5$

| $T$ | 3°.0 | 3°.5 | 4°.0 | 4°.5 | 5°.0 | 5°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.403 | 0.355 | 0.308 | 0.262 | 0.216 | 0.172 |
| 5 | 0.426 | 0.377 | 0.329 | 0.283 | 0.236 | 0.191 |
| 11.0 | 0.449 | 0.400 | 0.351 | 0.304 | 0.257 | 0.211 |
| 5 | 0.473 | 0.424 | 0.374 | 0.326 | 0.278 | 0.232 |
| 12.0 | 0.499 | 0.448 | 0.398 | 0.349 | 0.300 | 0.253 |
| 5 | 0.525 | 0.473 | 0.422 | 0.373 | 0.323 | 0.275 |
| 13.0 | 0.552 | 0.499 | 0.447 | 0.397 | 0.347 | 0.298 |
| 5 | 0.579 | 0.526 | 0.473 | 0.422 | 0.371 | 0.322 |
| 14.0 | 0.608 | 0.554 | 0.500 | 0.448 | 0.396 | 0.346 |
| 5 | 0.638 | 0.583 | 0.528 | 0.475 | 0.422 | 0.371 |
| 15.0 | 0.668 | 0.612 | 0.557 | 0.502 | 0.449 | 0.397 |
| 5 | 0.700 | 0.643 | 0.587 | 0.531 | 0.477 | 0.424 |
| 16.0 | 0.733 | 0.674 | 0.617 | 0.561 | 0.506 | 0.452 |
| 5 | 0.767 | 0.707 | 0.648 | 0.592 | 0.536 | 0.481 |
| 17.0 | 0.801 | 0.741 | 0.681 | 0.623 | 0.566 | 0.510 |
| 5 | 0.837 | 0.776 | 0.715 | 0.655 | 0.598 | 0.540 |
| 18.0 | 0.874 | 0.811 | 0.750 | 0.689 | 0.630 | 0.572 |
| 5 | 0.912 | 0.848 | 0.786 | 0.724 | 0.662 | 0.605 |
| 19.0 | 0.952 | 0.887 | 0.823 | 0.760 | 0.697 | 0.638 |
| 5 | 0.993 | 0.927 | 0.861 | 0.797 | 0.734 | 0.673 |
| 20.0 | 1.035 | 0.967 | 0.900 | 0.835 | 0.771 | 0.709 |
| 5 | 1.078 | 1.009 | 0.941 | 0.874 | 0.809 | 0.746 |
| 21.0 | 1.123 | 1.052 | 0.983 | 0.915 | 0.849 | 0.784 |
| 5 | 1.169 | 1.097 | 1.026 | 0.957 | 0.890 | 0.823 |
| 22.0 | 1.217 | 1.143 | 1.071 | 1.000 | 0.931 | 0.864 |
| 5 | 1.266 | 1.190 | 1.117 | 1.045 | 0.974 | 0.906 |
| 23.0 | 1.316 | 1.239 | 1.164 | 1.091 | 1.019 | 0.948 |
| 5 | 1.368 | 1.290 | 1.213 | 1.138 | 1.065 | 0.993 |
| 24.0 | 1.421 | 1.341 | 1.263 | 1.187 | 1.112 | 1.039 |
| 5 | 1.476 | 1.395 | 1.315 | 1.237 | 1.161 | 1.087 |
| 25.0 | 1.533 | 1.450 | 1.368 | 1.289 | 1.211 | 1.135 |
| 5 | 1.592 | 1.506 | 1.423 | 1.342 | 1.263 | 1.185 |
| 26.0 | 1.652 | 1.565 | 1.480 | 1.397 | 1.316 | 1.237 |
| 5 | 1.714 | 1.625 | 1.538 | 1.454 | 1.371 | 1.290 |
| 27.0 | 1.777 | 1.687 | 1.598 | 1.513 | 1.427 | 1.345 |
| 5 | 1.843 | 1.750 | 1.660 | 1.572 | 1.485 | 1.401 |
| 28.0 | 1.910 | 1.816 | 1.723 | 1.633 | 1.545 | 1.459 |
| 5 | 1.979 | 1.883 | 1.789 | 1.697 | 1.607 | 1.519 |
| 29.0 | 2.051 | 1.952 | 1.856 | 1.762 | 1.670 | 1.580 |
| 5 | 2.124 | 2.023 | 1.925 | 1.829 | 1.735 | 1.644 |
| + 30.0 | 2.199 | 2.097 | 1.996 | 1.898 | 1.802 | 1.709 |

## Tafel XVI.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80 theiliges Thermometer. $T. +10°.0 \div +30°.0$ $(T-T'').6°.0 \div 8°.5$

| $T$ | 6°.0 | 6°.5 | 7°.0 | 7°.5 | 8°.0 | 8°.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 10.0 | 0.128 | | | | | |
| 5 | 0.147 | | | | | |
| 11.0 | 0.166 | 0.122 | | | | |
| 5 | 0.186 | 0.141 | | | | |
| 12.0 | 0.207 | 0.160 | 0.116 | | | |
| 5 | 0.228 | 0.181 | 0.136 | | | |
| 13.0 | 0.250 | 0.203 | 0.157 | 0.111 | | |
| 5 | 0.273 | 0.225 | 0.178 | 0.132 | | |
| 14.0 | 0.296 | 0.248 | 0.200 | 0.153 | | |
| 5 | 0.321 | 0.272 | 0.223 | 0.175 | 0.128 | |
| 15.0 | 0.346 | 0.296 | 0.246 | 0.198 | 0.150 | |
| 5 | 0.372 | 0.321 | 0.271 | 0.222 | 0.173 | 0.126 |
| 16.0 | 0.399 | 0.347 | 0.296 | 0.246 | 0.197 | 0.145 |
| 5 | 0.427 | 0.374 | 0.322 | 0.271 | 0.221 | 0.165 |
| 17.0 | 0.455 | 0.401 | 0.349 | 0.297 | 0.246 | 0.193 |
| 5 | 0.485 | 0.430 | 0.377 | 0.324 | 0.272 | 0.222 |
| 18.0 | 0.515 | 0.460 | 0.405 | 0.352 | 0.299 | 0.248 |
| 5 | 0.547 | 0.491 | 0.435 | 0.381 | 0.327 | 0.275 |
| 19.0 | 0.580 | 0.522 | 0.465 | 0.410 | 0.356 | 0.303 |
| 5 | 0.614 | 0.555 | 0.497 | 0.441 | 0.385 | 0.331 |
| 20.0 | 0.648 | 0.588 | 0.529 | 0.472 | 0.415 | 0.362 |
| 5 | 0.684 | 0.623 | 0.563 | 0.505 | 0.447 | 0.393 |
| 21.0 | 0.721 | 0.659 | 0.598 | 0.538 | 0.480 | 0.424 |
| 5 | 0.759 | 0.696 | 0.634 | 0.573 | 0.514 | 0.455 |
| 22.0 | 0.798 | 0.734 | 0.670 | 0.609 | 0.548 | 0.489 |
| 5 | 0.838 | 0.773 | 0.709 | 0.646 | 0.574 | 0.523 |
| 23.0 | 0.880 | 0.813 | 0.748 | 0.683 | 0.621 | 0.559 |
| 5 | 0.923 | 0.856 | 0.789 | 0.723 | 0.659 | 0.596 |
| 24.0 | 0.968 | 0.900 | 0.830 | 0.763 | 0.698 | 0.634 |
| 5 | 1.014 | 0.944 | 0.873 | 0.805 | 0.739 | 0.673 |
| 25.0 | 1.061 | 0.988 | 0.917 | 0.848 | 0.780 | 0.714 |
| 5 | 1.109 | 1.036 | 0.963 | 0.893 | 0.823 | 0.755 |
| 26.0 | 1.160 | 1.084 | 1.010 | 0.938 | 0.867 | 0.798 |
| 5 | 1.211 | 1.134 | 1.058 | 0.985 | 0.913 | 0.842 |
| 27.0 | 1.264 | 1.185 | 1.108 | 1.033 | 0.959 | 0.888 |
| 5 | 1.319 | 1.239 | 1.160 | 1.083 | 1.008 | 0.934 |
| 28.0 | 1.375 | 1.293 | 1.213 | 1.134 | 1.058 | 0.983 |
| 5 | 1.433 | 1.349 | 1.267 | 1.186 | 1.110 | 1.033 |
| 29.0 | 1.493 | 1.407 | 1.323 | 1.239 | 1.162 | 1.085 |
| 5 | 1.554 | 1.467 | 1.381 | 1.297 | 1.217 | 1.137 |
| + 30.0 | 1.617 | 1.528 | 1.441 | 1.356 | 1.272 | 1.191 |

# Tafel XV.

**Werthe für das in preufsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preufs. Cubikf. Luft enthaltenen Wasserdampfes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen.**

80theiliges Thermometer. $T.+16°.5 \div +30°.0$ $(T-T^w).9°.0 \div 12°.0$

| $T$ | 9".0 | 9".5 | 10".0 | 10".5 | 11".0 | 11".5 | 12".0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 16.5 | 0.124 | | | | | | |
| 17.0 | 0.148 | | | | | | |
| 5 | 0.172 | 0.124 | | | | | |
| 18.0 | 0.197 | 0.148 | | | | | |
| 5 | 0.223 | 0.173 | 0.121 | | | | |
| 19.0 | 0.250 | 0.199 | 0 148 | | | | |
| 5 | 0.278 | 0.226 | 0.175 | 0.125 | | | |
| 20.0 | 0.307 | 0.254 | 0.202 | 0.151 | | | |
| 5 | 0.336 | 0.282 | 0.229 | 0.178 | 0.127 | | |
| 21.0 | 0.367 | 0.312 | 0.258 | 0.206 | 0.154 | | |
| 5 | 0.398 | 0.342 | 0.288 | 0.234 | 0.181 | 0.130 | |
| 22.0 | 0.431 | 0.374 | 0.318 | 0.264 | 0.210 | 0.158 | 0.106 |
| 5 | 0.464 | 0.406 | 0.349 | 0.294 | 0.240 | 0.186 | 0.134 |
| 23.0 | 0.499 | 0.440 | 0.382 | 0.326 | 0.270 | 0.216 | 0.162 |
| 5 | 0.534 | 0.474 | 0.415 | 0.358 | 0.301 | 0.246 | 0.192 |
| 24.0 | 0.571 | 0.510 | 0.450 | 0.392 | 0.334 | 0.277 | 0.222 |
| 5 | 0.609 | 0.547 | 0.486 | 0.426 | 0.367 | 0.309 | 0.254 |
| 25.0 | 0.649 | 0.585 | 0.523 | 0.462 | 0.402 | 0.343 | 0.286 |
| 5 | 0.689 | 0.624 | 0.560 | 0.498 | 0.437 | 0.378 | 0.320 |
| 26.0 | 0.732 | 0.664 | 0.599 | 0.536 | 0.474 | 0.414 | 0.354 |
| 5 | 0.775 | 0.705 | 0.639 | 0.575 | 0.512 | 0.450 | 0.390 |
| 27.0 | 0.819 | 0.748 | 0.681 | 0.616 | 0.551 | 0.488 | 0.426 |
| 5 | 0.863 | 0.792 | 0.724 | 0.657 | 0.591 | 0.527 | 0.464 |
| 28.0 | 0.910 | 0.838 | 0.768 | 0.700 | 0.633 | 0.567 | 0.503 |
| 5 | 0.958 | 0.885 | 0.813 | 0.743 | 0.675 | 0.608 | 0.543 |
| 29.0 | 1.008 | 0.934 | 0.860 | 0.789 | 0.719 | 0.651 | 0.584 |
| 5 | 1.059 | 0.983 | 0.908 | 0.835 | 0.764 | 0.695 | 0.627 |
| + 30.0 | 1.111 | 1.034 | 0.958 | 0.883 | 0.811 | 0.740 | 0.670 |

Ueber die Einrichtung und den Gebrauch dieser Tafeln ist wenig hinzuzufügen. Die Werthe von $L$ in den Tafeln XIII. und XIV. sind, wie aus der Formel ersichtlich ist, nur für den Barometerstand von 28″ paris. M. gültig. Kommt es auf gröfsere Genauigkeit an, so ist $L$ noch mit $\frac{b}{28}$ zu multipliciren, wo $b$ den Barometerstand, in pariser Zollen ausgedrückt, bedeutet.

In den Tafeln XV. und XVI. findet man die Werthe von $D$ ganz eben so, wie in den oben berechneten Tafeln die Werthe von $\frac{e'}{e}$.

Sind also z. B. die Angaben des Psychrometers $t = +7°.5$, $t'' = +5°$, folglich $(t-t'') = 2°.5$, so findet man in Tafel XV. $D = 0.334$.

Wie oben schon erwähnt wurde, wird es bei der Wirkung von Gebläseöfen besonders auf das Verhältnifs der trocknen Luft zu dem in ihr enthaltenen Wasserdampfe ankommen. Ist z. B. an einem Tage die Lufttemperatur $t = +10°$, die Temperatur des feuchten Thermometers $t'' = +9°$, also $t-t'' = 1°$, so ist $D$ nach Tafel XV. $= 0.527$ Pfd. Das $L$ ist aber bei $+10° = 82.604$, folglich wird auf 156,74 Gewichtstheile Luft 1 Gewichtstheil Wasserdampf kommen.

Ist dagegen $t = +7°.5$, $t'' = +5°$ $(t-t'')$ $2°.5$, folglich $D = 0.334$ und $L = 83.341$, so ist erst bei 249.52 Gewichtstheilen Luft 1 Gewichtstheil Wasserdampf.

Nimmt man nun an, dafs der Effekt des Gebläses proportional diesem Verhältnisse abnimmt, und dafs er für absolut trockne Luft $= 1$ ist, so würde er, so weit er von der Luftfeuchtigkeit abhängig ist, durch die Formel

$$1-\frac{D}{L}$$

dargestellt. Dies gäbe in den beiden angeführten Beispielen die Werthe:

$$1-\frac{1}{156{,}74}=0.99372,$$

$$\text{und } 1-\frac{1}{249{,}52}=0{,}99599.$$

Je wärmer und feuchter die Luft ist, um so ungünstiger gestaltet sich dies Verhältnifs. An einem warmen und feuchten Sommertage z. B., wo $t = +30°$, $t'' = 29°.5$ $(t-t'')=0°.5$, also $D=1.868$, $L=77.145$ ist, würde der Effekt

$$=1-\frac{D}{L}=0.9777$$

sein. Diese Abnahme des Effektes ist aber nach dieser Formel geringer, wie sie sich in der Wirklichkeit herausstellt, es wird also wahrscheinlich $D$ doch mit einem Faktor, der mit der Temperatur wächst, zu multipliciren sein, Die Gröfse dieses Faktors läfst sich natürlich nur aus Beobachtungen ermitteln, welche mir indessen nicht zu Gebote stehen.

Wie diese Tafeln auch bei der Berechnung des Grudireffektes von Nutzen sein können, läfst sich aus folgender Betrachtung ersehen.

Gesetzt, eine Sooloberfläche von unbestimmter Ausdehnung befände sich in ruhiger abgeschlossener Luft, deren Inhalt 1000 Cubikfufs betrage, die Angaben des Psychrometers seien $t = +17°.5$, $t'' = +14°$, also $t-t'' = 3°.5$, so sieht man aus Tafel XV., dafs $D = 0.630$ ist, oder es befinden sich 0,630 Pfd. in der gegebenen Luft. Da nun die Luftmasse im Maximum der Sättigung bei $+17°,5$ 0,959 Pfd. aufnehmen kann, so würden aus der Soole noch 0,329 Pfd. verdampfen können. Die Verdampfung dieser 0,329 Pfd. wird nach einer Zeit $\tau$ statt gefunden haben, welche dem Verdunstungsvermögen der Soole, und der Berührungsfläche der Soole mit der Luft umgekehrt proportional ist, d. h., welche um so gröfser wird, je kleiner die Verdunstungsfähigkeit $V$, und je kleiner die Berüh-

rungsfläche $r$ wird. Folglich $\tau = \frac{1}{V.r.}$. Wird nach der Zeit $\tau$ die Luftmasse durch eine neue von derselben Beschaffenheit erneuert, so können wiederum 0.329 Pfd. verdampfen, nur freilich nicht mehr in der Zeit $\tau$ sondern in $t$, weil das Verdunstungsvermögen der Soole sich durch die erste Verdunstung geändert hat. Nehmen wir aber für die Zeit eines Falles beim Gradiren die Verdunstungsfähigkeit gleichbleibend an, so wird nach der Zeit $n\tau$ eine Quantität von $n$. 0,329 Pfd. Wasser aus der Soole verdampft sein. Man wird aus dieser Bestimmung und dem bekannten ursprünglichen Concentrationszustande der dem Verdunsten ausgesetzten Soole berechnen können, wie viel Grade sie nach dem Verlauf dieser Zeit haben mufs.

Es kommt daher darauf an zu wissen, wie oft bei einer bestimmten Windstärke und Windrichtung die Luft erneuert wird, und wie oft in dieser erneuerten Luft die Zeit $\tau$ enthalten ist. Zur Ermittelung der ersten Gröfse müfsten bei den Gradirhäusern Windmesser aufgestellt werden. Die Zeit $\tau$ dagegen läfst sich nur durch Versuche bestimmen. Ob es je möglich sein wird, bei den sehr verwickelten Verhältnissen auf alle so sehr wechselnden Umständen Rücksicht zu nehmen, um in Voraus berechnen zu können, welchen Erfolg man bei gegebenen Witterungsverhältnissen von dem Gradirungsprocesse zu erwarten hat, mufs ich dahingestellt sein lassen, doch scheint es mir, als müfsten annähernde Resultate, wenn diese anders von Interesse sind, wohl zu erzielen sein.

November 1845.

---

Seit dem Abschlusse der vorliegenden Arbeit habe ich Kenntnifs von den folgenden Abhandlungen erhalten:

V. Regnault, Sur la force élastique de la vapeur aqueuse. Ann. chim. phys. Sér. III. T. XI. p. 273. Pogg. Ann. Ergzgsbd. II. St. I. p. 119.

Emile Barry, Ueber die Anwendung einer neuen

empirischen Formel auf die Spannung der Dämpfe. Pogg. Ann. Ergbd. II. St. I. p. 177. Comptes rendus etc. XX. 1574.

V. Regnault, Études sur l'hygrométrie. Ann. chim. phys. Sér. III. T. XV. p. 129.

Belli, Hygromètre à condensation. Ann. chim. phys. Sér. III. T. XV. p. 506.

---

Um dem Vorwurfe zu entgehen, als habe ich auf diese neueren Untersuchungen keine Rücksicht genommen, erwähne ich, dafs ich die Resultate derselben mit denen verglichen habe, welche den Tafeln in meiner Arbeit zu Grunde liegen, und dafs ich keine Veranlassung finde, von der Magnusschen oder Holtzmannschen Formel für die Elasticität des Dampfes, zu Liebe den von Regnault oder Emile Barry vorgeschlagenen abzugehen. Theils weichen die nach den beiden letzteren berechneten Werthe für die niederen und mittleren Temperaturen nur sehr wenig von denen der beiden ersteren ab, theils sehe ich durchaus keinen Grund ein, weshalb die Beobachtungen Regnaults den Magnusschen vorgezogen werden müfsten.

Die Bemerkung Regnaults, dafs die durch Psychrometerbeobachtungen gefundenen Elasticitäten des Thaupunktes, je nach der Geschwindigkeit des Windes bedeutend differirten, thut der Anwendung des Psychrometers keinen Eintrag, da die Beobachtungen stets nach August's Vorschrift an einem gegen den Wind möglichst geschützten Orte angestellt werden. Das von Regnault vorgeschlagene verbesserte Daniellsche Hygrometer mag immerhin dazu dienen, den Thaupunkt genau aufzufinden, indessen leidet es mehr noch wie das Daniellsche Instrument an dem Fehler, dafs die Beobachtungen zu schwierig und zeitraubend anzustellen sind. Es mag deshalb dieses Instrument sowohl wie das von Belli beschriebene vielleicht ein Apparat für feste meteorologische Stationen werden, das Psychrometer wird keins von ihnen ersetzen können.

Januar 1846.

## 3.

# Bemerkungen über die Anfertigung und den Effect der aus Hohleisen zusammengesetzten Bohrgestänge.

Von

Herrn v. Oeynhausen.

Das zunehmende Gewicht des Bohrgestänges ist eine der gröfsten Schwierigkeiten, welche bei tiefen Bohrarbeiten bekämpft werden mufs. Durch die Theilung des Gestänges in ein schweres Unterstück, welches die wirkende Masse bildet, und ein leichtes Oberstück, welches nur dazu dient, das Unterstück zu heben und zu drehen, ist es zwar gelungen, das Gewicht des Bohrgestänges bedeutend zu vermindern; da jedoch, aus massivem Eisen angefertigt, das Obergestänge einen Querschnitt von mindestens einem Quadratzoll erhalten mufs, so fällt das Gewicht desselben bei tiefen Bohrarbeiten immer noch sehr bedeutend aus. Statt der eisernen Bohrgestänge hat man daher meist mit günstigem Erfolg versucht, Bohrgestänge aus Holz und Eisen zusammen zu setzen. Man hat dadurch Bohrgestänge zu Stande gebracht, deren absolutes Gewicht zwar nicht geringer ist, wie das eines möglichst leichten eisernen Gestänges, die jedoch durch ihr resp. geringes Gewicht im Wasser, bei der Anwendung des gewöhnlichen Bohrlochs, sehr erhebliche Vortheile gewährten. Das höl-

zerne Bohrgestänge bleibt aber selbst in seiner vollkommensten Construction mit so wesentlichen Unvollkommenheiten behaftet, dafs es zu einer allgemeinen Anwendung nicht geeignet erachtet werden kann. Viel zweckmäfsiger zur Anfertigung leichter Bohrgestänge sind hohle gewalzte Röhren von Schmiedeeisen, welche seit einigen Jahren zu billigen Preisen fabrikmäfsig angefertigt werden.

Das massive eiserne Gestänge des gegenwärtig 2220′ tiefen Bohrloches bei Neusalzwerk *) besteht aus 2130 Fufs leichten Obergestänges von 1 Quadratzoll Querschnitt, von welchem der laufende Fufs 4½ Pfd., das ganze Obergestänge daher . . . . . 9585 Pfd.
wiegt. Ferner aus 90 Fufs Untergestänge à 18 Pfd. 1620 Pfd.
Das Gesammtgewicht desselben beträgt daher 11205 Pfd.
und dessen Gewicht im Wasser bei ⅛ Gewichtverlust . . . . . 9804 Pfd.

Zur Verminderung dieses bedeutenden Gewichtes, wurde im Jahre 1843 ein 1898 Fufs langes Hohlgestänge angefertigt, welches jedoch, eingetretener Hindernisse wegen, erst im October 1845 in Gebrauch genommen werden konnte. Der Erfolg hat den gehegten Erwartungen entsprochen, denn das angewendete Hohlgestänge hat sich, sowohl hinsichtlich seiner Construction, als auch seines besseren Effectes, vortheilhaft bewährt.

Zur Anfertigung desselben wurden aus der Fabrik R. Beresford bei Eschweiler 126 Stück gewalzte eiserne Röhren von ¾ Zoll lichtem Durchmesser und einer Eisenstärke von ⅛ Zoll bezogen. Die Gesammtlänge dieser Röhren betrug 1775 Fufs, mithin die durchschnittliche Länge jeder Röhre 14′ 1″ und das Gesammtgewicht derselben 4892 Pfd. oder mithin pro laufenden Fufs 2,75 Pfd. Da der Bohrthurm

*) Die Längenmaasse sind in preufsischen Fufsen angegeben. 1′ preufsisch gleich 0,2615 Decimeter; den Gewichtsangaben liegt das preufsische Pfund zum Grunde, 100 Pfd. gleich 46,892 Kilogrammen.

zu Neusalzwerk das Herausziehen einer 30 Fufs langen Bohrstange verstattet, so mufsten je zwei Röhrenstücke mit einander zu einer Bohrstange verbunden, und an einem Ende mit einer nämlichen, am anderen Ende mit einer entsprechenden Mutterschraube versehen werden. Man hätte diese Verbindung durch eine gewöhnliche Schraubenmuffe bewerkstelligen können, dieselbe würde aber, einen Wasserdruck bis 70 Atmosphären ausgesetzt, nicht wasserdicht gewesen sein; auch versprach dieselbe keine genügende Sicherheit, indem die Schraubenwechsel nicht hätten nachgezogen werden können, und daher während dem Gebrauch bald nachgegeben haben würden. Aus diesen Gründen wurde die Schweifsverbindung gewählt, als die einzige, von der bei völliger Wasserdichtigkeit, genügende Sicherheit und Dauerhaftigkeit zu erwarten war. Auf Taf. I. stellt

Fig. 1 eine 30 Fufs lange Hohlstange in äufserer Ansicht und ganzer Länge dar,

Fig. 2. Zwei dergleichen Stangen an einander geschraubt,

Fig. 3. Zwei dergleichen Stangen an einander geschraubt, im Durchschnitt und in gröfserem Maafsstabe, und

Fig. 4. Zwei Röhrenstücke im Durchschnitt und vorbereitet durch Anschweifsen zu einer Bohrstange vereinigt zu werden.

Die Operation beginnt damit, dafs zuerst an dem einem Ende der Röhrenstücke die entsprechenden Schraubenwechselstücke eingeschweifst werden. Zu diesen Zweck, sind die Schraubenwechselstücke mit einem etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll langen, genau in die Röhren passenden Zapfen versehen, welcher, in Schweifshitze versetzt, in die noch kalte Röhre hineingetrieben wird, wobei einige Behutsamkeit angewendet werden mufs, um die Schweifsnath der Röhre nicht zu platzen. Nachdem dies geschehen, wird die Röhre mit dem eingesetzten Schraubenwechselstück in das Schmiedefeuer gebracht, eine rasche jedoch kräftige Schweifshitze

gegeben, dabei die Schlacke durch Sand oder Borax flüssig erhalten, und sodann auf den Ambos durch kräftiges Hämmern das Anschweifsen vollendet. Nachdem dies geschehen, wird auf ähnliche Art in das andere Ende der Röhre ein vorn schräg zugeschärfter Zapfen eingeschweifst und solchergestalt das Röhrenstück an beiden Enden geschlossen. Um jedoch hierbei das Platzen der Schweifsnath des Röhrenstückes zu vermeiden, mufs zuvörderst an dem einen Ende des Röhrenstückes, mittelst eines Drillbohrers ein kleines Loch eingebohrt werden, der erhitzten Luft und den beim Schweifsen in die Röhre tretenden Gasen einen Ausweg zu verstatten. Wenn die Röhren in der Fabrik sorgfältig angefertigt und die Schweifsnath derselben gut geschweifst ist, haben die eben beschriebenen, in einem gewöhnlichen Schmiedefeuer zu verrichtenden Operationen keine Schwierigkeiten und gelingen bei rascher Arbeit sehr gut. Ist aber die Schweifsnath der Rohre nicht zuverlässig, so öffnet sich dieselbe wohl bisweilen an den Schweifsstellen dicht hinter dem eingestechten Zapfen, in welchen Fällen das Röhrenende abgehauen und die Operation von neuem begonnen werden mufs. Die so vorbereiteten Rohrenstücke werden nun je zwei, an denjenigen Enden wo die schräg zugeschweifsten Bolzen eingesetzt worden, in gewöhnlicher Art zusammengeschweifst. Diese Operation ist nicht schwierig und erfordert nur zwei Schmiedefeuer, so gelegen, dafs die in Schweifshitze versetzten Enden der beiden Röhrenstücke auf dem Amboís rasch und bequem an einander gelegt werden können. Zwei gewöhnliche Schmiede nebst den erforderlichen vier Handlangern können in weniger als einer Stunde eine Bohrstange auf diese Art vollenden, wobei aufser der sorgfältigen Schweifse hauptsächlich auch darauf zu achten ist, dafs sich eine gerade Hohlstange bildet, die ohne ein Knie zu bilden, an die nächste Bohrstange angeschraubt werden kann. Die an die Röhrenstücke zu-

gebohrten kleinen Löcher, so wie kleine etwa entstandene Oeffnungen in der Schweifsnath derselben, werden demnächst mit Zinnloth ausgegossen, und wasserdicht geschlossen.

Die vorstehend beschriebene Verbindung der Röhrenstücke hat sich bei der Anwendung des 1898 Fufs langen Hohlgestänges vollkommen bewährt, denn obgleich dem Gestänge einige mal in Folge von Einklemmungen viel Gewalt angethan werden mufste, hat keine der gemachten Schweifsverbindungen nachgegeben. Anfänglich bei dem Gebrauch des Hohlgestänges ergab es sich, dafs einige Röhrenstücke, in Folge undichter Stellen der Schweifsnath, Wasser eingesogen hatten. Dergleichen undichte Stellen gaben sich dadurch zu erkennen, dafs an denselben die Bohrstange länger wie an anderen Stellen ihrer Oberfläche feucht blieb. Sie wurden durch Zinnloth wasserdicht gemacht, das eingesogene Wasser aber durch Oeffnung der eingebohrten und verlötheten kleinen Oeffnung wieder entfernt, aus welcher dasselbe sodann mit Gewalt hervorsprang.

Eine auf die beschriebene Art angefertigte 30′ 10¾″ lange Bohrstange wog genau 102 Pfd. Hiernach ist das Gewicht einer 30 Fufs langen Bohrstange zu . 100 Pfd. anzunehmen. Der hohle Raum derselben hat eine Länge von 328 Zoll bei 1,23 Quadratzoll Queerschnitt, mithin 403″ C. Inhalt, verdrängt daher, den Kubikfufs Wasser zu 66 Pfd. gerechnet, 15,5 Pfd. Wasser. Die 30 Fufs lange Stange verliert daher im Wasser an Gewicht $15{,}5 + \frac{110}{8}$ 28 Pfd.

Mithin ist ihr Gewicht im Wasser . . . . . 72 Pfd.

Das Gewicht einer 30 Fufs langen Massivstange ist in der Luft . . . . . 135 Pfd.

im Wasser . . . . . 118 Pfd.

Mithin ist die 30 Fuſs lange Hohlstange leichter
wie letztere in der Luft . . . . . 35 Pfd.
im Wasser . . . . . 46 Pfd.
und der laufende Fuſs derselben wiegt in der
Luft . . . . . 3,3 Pfd.
im Wasser . . . . . 2,4 Pfd.

Durch die Einwechselung von 1898 Fuſs Hohlgestänge wurde das Gewicht des Neusalzwerker Bohrgestänges, welches wie früher angegeben in der Luft . . . . . 11,205 Pfd.
im Wasser . . . . . 9,904 Pfd.
betrug, in nachstehender Art verwendet:

| | | |
|---|---|---|
| 1698′ | Hohlgestänge 30′ à 100 Pfd. wiegen | 6326 Pfd. |
| 232′ | leichtes Gestänge à 4½ Pfd. pro Fuſs | 1044 Pfd. |
| 90′ | schwereres Untergestänge à 18 Pfd. pro F. | 1620 Pfd. |
| So. 2220′ | Gestänge absolutes Gewicht . . . | 8990 Pfd. |

Mithin ist dasselbe leichter wie das frühere Massivgestänge . . . . . 2215 Pfd.

| | | |
|---|---|---|
| 1698′ | Hohlgestänge wiegen im Wasser 30′ à 72 Pfd. gerechnet . . . . . | 4555 Pfd. |
| 232′ | leichtes Obergestänge und | |
| 90′ | schweres Untergestänge, zusammen 2684 Pfd. schwer wiegen im Wasser, bei ⅛ Gewichtsverlust . . . . | 2351 Pfd. |
| So. 2220′ | des neuen Gestänges wiegen daher im Wasser . . . . . | 6906 Pfd. |

sind mithin im Wasser leichter wie das früher angewendete Massivgestänge . . . . 2915 Pfd.

Diese bedeutende Verminderung sowohl des absoluten, wie mehr noch des relativen Gestängegewichtes, der, da nicht in reinem Wasser, sondern in 4½ procentiger Soole gearbeitet wird, in der Wirklichkeit mehr wie 3400 Pfd. oder etwa ⅓ des früheren relativen Gestängegewichtes betrug, verfehlte nicht einen vortheilhaften Einfluſs auf den Gang der Bohrarbeit zu äuſsern. Der an dem Bohrapparat

beschäftigten 20 Arbeiter vermochten, mit weniger Anstrengung wie zuvor, einen etwas höheren Hub zu geben und pro Minute 40 bis 44 Hube zu vollbringen. Dabei hatte das Gestänge einen sehr kräftigen Niederfall und ruhigen Gang, indem ungleich weniger Seitenvibrationen, wie bei dem Gebrauch des Massivgestänges statt fanden. Das Tiefste des Bohrlochs steht gegenwärtig in festem Muschelkalk und das Bohren fand unter ungünstigen Verhältnissen statt, indem die Seitenwände des Bohrlochs voll Nachfall lagen, der in dem ganz unverröhrten Bohrloche reichlich auf dessen Sohle herabgelangte, weil eine in oberer Teufe aus dem Seitenstofse frei gewordene grofse Thoneisensteinniere Einklemmungen verursachte, die den Gebrauch der Nachfallfänger nicht gestattete. Demungeachtet war der mechanische Effect der Bohrarbeit ein befriedigender, denn in 33 zwölfstündigen Arbeitsschichten wurden von 20 am Bohrapparat beschäftigten Arbeitern 28′ 2¼″ mithin durchschnittlich pro Schicht 10¼ Zoll gewonnen, während mit dem früher angewendeten Massivgestänge durchschnittlich pro Schicht nur etwa 7 Fufs 8 Zoll gewonnen werden konnten. Hiernach ist zu erwarten, dafs nach erfolgter Verwahrung des oberen Theiles des Bohrloches, welche gegenwärtig eingeleitet ist, bei unausgesetzter Belegung mit 20 Arbeitern, monatlich 40 bis 50 Fufs gewonnen werden können, ein Effect, der, wenn er wirklich erreicht werden sollte, ganz befriedigend erachtet werden kann.

Auch theoretisch erweist sich das Hohlgestänge im Vergleich zu dem Massivgestänge sehr vortheilhaft. Wenn nämlich das Totalgewicht des Gestänges in der Luft $= P + p$ im Wasser $= P' + p'$, die Hubhöhe $= h$ und die beim freien Fall im Wasser erzeugte Fallgeschwindigkeit $= C$, die Beschleunigung der Schwerkraft aber der $g = 31',26 = 375'',12$ gesetzt wird, so ist

$$C^2 = 2g\,\frac{P'+p'}{P+p}\,h \text{ und } h = \frac{C^2}{2g}\cdot\frac{P+p}{P'+p'}.$$

Das Moment, womit auf die Vertiefung des Bohrloches gewirkt wird, ist $Q = C' p$, wenn $p$ das Gewicht des Untergestänges bedeutet. Es ist aber $Q = h\,(P+p')$

$$= \frac{C'^2}{2g}\,(P+p)$$

woraus daher hervorgeht, daß, wenn das Bohrgestänge frei im Wasser niederfällt, das zur Erzeugung einer bestimmten Fallgeschwindigkeit erforderliche Kraftmoment $Q$ unter allen Umständen dem Gesammtgewicht des Bohrgestänges proportional ist, mithin unter dieser Voraussetzung das Hohlgestänge nur in so fern vortheilhafter wirken kann, als es gelingt, das Totalgewicht desselben im Vergleich zum Massivgestänge geringer zu machen.

Anders gestalten sich indessen die Verhältnisse, wenn das Bohrgestänge in Verbindung mit dem Hebeapparat niederfällt. Mittelst desselben wird von dem Bewegungsmoment $C'P$ des Obergestänges ein aliquoter Theil $f$ wiedergewonnen. Der Fallgeschwindigkeit $C'$ entspricht eine Fallhöhe $h = \frac{C'^2}{2g}$; der Wiedergewinn ist daher einer Kraft gleich zu achten, welche die Last $P$ um die Höhe $fH'$ zu heben vermag und es wird daher

$$Q = \frac{C'^2}{2g}(P+p-f.P).$$

Der Kraftaufwand $Q$ ist daher direct proportional dem Gesammtgewicht des Bohrgestänges, wenn $f = 0$ oder von dem Bewegungsmomente des Obergestänges nichts gewonnen wird: er ist aber direct proportional dem Gesammtgewicht des Untergestänges oder $p$, wenn $f = 1$ oder das ganze Bewegungsmoment des Obergestänges wieder gewonnen werden konnte. Dies ist jedoch selbst in den günstigsten Fällen nur in geringem Maaße zu erreichen, und deshalb ist es für den Effect der Bohrarbeit immer von größter Wichtigkeit, möglichst leichte Bohrgestänge anzuwenden. Die Hebeapparate wirken aber auch durch

die Trägheitsmomente ihrer Massen nachtheilig auf den mechanischen Effect der Arbeit, und diese hemmenden Einflüsse steigern sich bedeutend, wenn das Gewicht des Bohrgestänges zu der bewegenden Kraft desselben in ungünstigem Verhältnifs steht, was namentlich bei dem gewöhnlichen Bohrhebel sehr bemerkbar wird. In Verbindung mit dem Hebeapparat wird daher verhältnifsmäfsig ein leichtes Bohrgestänge, selbst ein gleich schweres, aber im Wasser leichteres Bohrgestänge, z. B. das hölzerne Bohrgestänge, in der Regel sich sehr vortheilhaft bewähren. Dafs namentlich auch bei dem gewöhnlichen Bohrhebel dies der Fall sein wird, unterliegt keinem Zweifel, nur läfst sich die relative Leistung zweier Gestänge von ungleichem Gewicht, am Bohrhebel nicht gut auf Zahlenverhältnisse zurückführen, weil zur Erzeugung des vortheilhaftesten Effectes, bei veränderter Belastung, auch ein anderer Bohrhebel angewendet werden mufs. Der bei dem Neusalzwerker Bohrversuche in Anwendung stehende, und für jede Belastung gleich brauchbare balancirende Bohrapparat hingegen ist zu einer solchen Vergleichung ganz geeignet.

Dieser Bohrapparat Taf. II. besteht aus einem Wiegenfufs- oder Kreissegment-Hebel $ACB$, welcher in der Ruhe, oder wenn der Bohrmeifsel gerade auf der Bohrlochssohle aufsteht, eine horizontale Lage hat, und mit seinem Mittelpunkt $C$ auf der Laufbahn $DD$ ruht. An dem einen Ende $A$ hängt das Bohrgestänge, an dem anderen Ende $B$ ein gleich schweres Gegengewicht; beide können durch Schrauben regulirt werden und halten sich in horizontaler Lage genau, oder beinahe genau das Gleichgewicht. Der Regulator oder das Gegenwicht $E$ ist ein hohler Cylinder von Eisenblech ohne Boden, welcher in einer mit Wasser gefüllten Cisterne eingesenkt wird. Derselbe enthält entweder etwas Luft, oder kann auch vollständig mit Wasser gefüllt sein. Wird derselbe mittelst der Zug-

stange *BR* in die Höhe geschraubt, so sinkt das Wasserniveau in der Cisterne und außer dem eigenen Gewicht des Regulators, vermehrt sich dasselbe um das Gewicht der Quantität Wasser, welche über das Wasserniveau der Cisterne in die Höhe gehoben wird. Das Emporschrauben des Regulators wird so lange fortgesetzt, bis sein Gewicht dem des Bohrgestänges gleich geworden, und mithin der Wiegenfußhebel eine horizontale Lage angenommen hat und völliges Gleichgewicht eingetreten. Die Kraft, welche hier das Gleichgewicht bewirkt, ist, abgesehen von dem eigenen Gewicht des Regulators, nicht das darin befindliche Wasser, sondern der um dieses Wassergewicht verminderte Gegendruck der Luft unter dem Deckel des Regulators, mithin eine Federkraft, welche kein Trägheitsmoment in die Fallbewegung des Gestänges bringt. Statt dieses Wasserregulators kann auch noch vortheilhafter ein auf gleichen Grundsätzen beruhender Quecksilberregulator angewendet werden, dessen Gewicht und Dimensionen viel geringer ausfallen und dem Bohrapparat eine sehr compendiöse Form zu geben verstatten. Ein Quecksilberregulator von 30 Zoll Durchmesser, in Verbindung mit Hohlgestänge, ist für eine Bohrlochstiefe von 6000 Fuß noch mehr als ausreichend.

Die Bewegung des Wiegenfußhebels geschieht mittelst der Zugstange *F*, welche einerseits an derselben, andererseits an der Lenkstange *G* befestigt ist, und deren Länge durch eine Schraubenstellung vermehrt oder verkürzt werden kann, wodurch im letzteren Falle eine Vermehrung, im ersteren hingegen Verminderung der Hubhöhe bewirkt wird. Zugstange und Lenkstange, sind mit einander durch die Achse *H* verbunden, welche in einem in dem Hebel *I* angebrachten Rahmen ruht. Der Hebel *I*, an welchem die Arbeiter wirken, dreht sich mit der Lenkstange *G* um denselben festen Drehpunkt *K*. Diese Zugvorrichtung, welche die Anlegung vieler Arbeiter oder die Anwendung von Maschinenkräften und eine bedeutende Kraftverstärkung

verstattet, gewährt den wesentlichen Vortheil, dafs der Niederfall des Wiegenfufshebels und somit des Bohrgestänges unabhängig von dem Hebel *I* erfolgt, an welchem die Kraft wirkt, und dafs durch dieselbe kein Trägheitsmoment in die Fallbewegung des Gestänges gebracht, mithin letztere durch die Einwirkung des Zugapparates nicht geschwächt wird. Durch Verkürzung oder Verlängerung der Zugstange *F* ist es nun möglich, nach der Belastung des Wiegenfufshebels und der zur Disposition stehenden bewegenden Kraft, die Höhe des Gestänges angemessen zu reguliren, und dasjenige pendelartige Tempo im Gange des Wiegenhebels zu erzielen, bei welchem durch die Einwirkung des Regulators *E*, von dem Bewegungsmoment der oberen Gestängeabtheilung, möglichst viel wiedergewonnen wird. Bei einer Hubhöhe von 3½ bis 4 Zoll werden gegenwärtig in Neusalzwerk gewöhnlich 40 bis 45 Hube pro Minute bewerkstelligt.

Wenn mittelst des Zugapparates der Wiegenfufshebel gehoben wird, so rollt sein Stützpunkt *C* auf der Eisenbahn *DD* nach dem Regulator zurück. Der Hebelarm des Bohrgestänges wird in demselben Maafse gröfser, wie der des Regulators abnimmt, das Gleichgewicht wird mithin immer mehr aufgehoben, die im Punkte *A* zu hebende Last vermehrt sich, aber gleichzeitig verstärkt sich auch das Hebelarmverhältnifs, mit dem die Kraft wirkt. Der Punkt *A* und mit ihm das Gestänge wird um eine Höhe $s'$ gehoben, während der Punkt *B* und mit ihm der Regulator um $s''$ sinkt. Wenn die Hubhöhe $s'$ ihr Maximum erreicht hat, erfolgt der Niederfall des Gestänges von selbst und da Gewicht und Gegengewicht gleich grofs sind, ist offenbar $s'-s''$ diejenige Fallhöhe, welche die erzielt werdende Endgeschwindigkeit des Bohrgestänges bestimmt. Nach erfolgtem Aufschlagen des Bohrmeifsels setzt das Obergestänge seine Bewegung noch etwas weiter fort, der Stichpunkt des Hebels rollt von *C* nach *A* der Seite des

Bohrgestanges, der Regulator, indem er noch ferner gehoben wird, nimmt das Bewegungsmoment des Obergestänges auf und führt es dem nächsten Hube wieder zu. Im Vergleich mit dem gewöhnlichen Bohrhebel bestehen daher die Vorzüge dieses Bohrapparates darin, daß das Bewegungsmoment des Obergestänges möglichst vollständig wiedergewonnen wird, außer dem geringen Trägheitsmoment der Wiege und des Regulatorgewichtes, kein Trägheitsmoment des Zugapparates die Fallgeschwindigkeit schwächt, und daß endlich auch der hemmende Einfluß der Reibung fast gänzlich beseitigt ist, der bei dem gewöhnlichen Bohrhebel sehr nachtheilig einwirkt. Auch geht aus der angedeuteten Einrichtung hervor, daß dieser Bohrapparat verstattet, die zur Disposition stehende bewegende Kraft bei jeder Gestängelast auf das Zweckmäßigste zu benutzen und die Hubhöhe demnach angemessen zu reguliren.

Die durch diesen Bohrapparat erzielt werdende Endgeschwindigkeit des niederfallenden Bohrgestänges berechnet sich durch die Formel

$$C'' = \sqrt{\frac{P + \frac{1}{2}W'}{P + \frac{1}{2}W' + K}\, 2g(s' - s'')},$$

in welcher $C''$ die erzielt werdende Endgeschwindigkeit, für den gegenwärtigen Fall in Neusalzwerk aber

$P$ = 11285 Pfd. das gesammte Gestangegewicht,

$P'$ = $\frac{1}{2}P$ = 9584 Pfd. das Gewicht des Messinggestanges im Wasser,

$W'$ = 1000 Pfd. das Gewicht des Wiegenhebels,

$K$ = 900 Pfd. das Gewicht des Regulators,

$g$ = 31',26 = 375",12 die Beschleunigung der Schwere,

$s'$ den Gestangehub und,

$s''$ den Gestängehub des Regulators bedeuten.

Für den vorliegenden Fall wird daher

$$C'' = 0{,}911\sqrt{2g(s' - s'')}$$

In obiger Formel bezeichnet $\frac{1}{2}W'$ das statische Moment

des Wiegenhebels; $\frac{1}{8} W$ dessen Trägheitsmoment und $R$ das Trägheitsmoment des Regulators. Der Einfluſs dieser Werthe ist so unbedeutend, daſs er ohne merklichen Fehler vernachlässigt und

$$C' = \sqrt{\frac{P'}{P}} \sqrt{2g\,(s' - s'')},$$

$$= \sqrt{\tfrac{7}{8}}\ \sqrt{2g\,(s' - s'')}$$

gesetzt werden darf, indem unter dieser Voraussetzung sich

$$C' + 0{,}93541\ \sqrt{2g\,(s' - s'')}$$

also nur um $0{,}02441\ \sqrt{2g\,(s' - s'')}$

zu groſs findet. Wenn bei dem Neusalzwerker Bohrapparat die Hubhöhe $s' = 4$ Zoll ist, so ist $s' - s'' = 1{,}66$ Zoll. Für diese Hubhöhe findet sich daher

$$C' = 32'',149,$$

während die annähernde zweite Formel

$$C' = 33'',011$$

ergiebt. Letztere Formel giebt die Endgeschwindigkeit ohne Rücksicht auf die aus der Masse des Bohrapparates entspringenden Hemmnisse und der geringe Unterschied beider Resultate beweist, wie gering diese Hemmnisse sind.

Um nunmehr den Effekt des Hohlgestänges mit dem des Massivgestänges zu vergleichen, sei:

$P = 11205$ Pfd. das Totalgewicht des 2200 Fuſs langen Massivgestänges,

$P' = \frac{7}{8} P = 9804$ Pfd. das Gewicht desselben im Wasser.

$p = 8990$ Pfd. das Gewicht des aus Massiv- und Hohleisen zusammengesetzten Gestänges,

$p' = 6886$ Pfd. das Gewicht dieses Gestänges im Wasser,

$r = 673{,}5$ Zoll der Radius, mit welchem der Bogen des Wiegenfuſshebels beschrieben,

$b = 63\frac{1}{2}$ Zoll die halbe Länge des Wiegenfuſshebels,

$a = 3$ Zoll die Spannung oder der sinus versus des Bogens,

$s'$, $s''$ die Hubhöhe des Gestänges und der Gegenhub des Regulators bei dem Massivgestänge,

$v'$ — der der Hubhöhe $s'$ entsprechende Elevationswinkel des Wiegenfufshebels,

$h'$, $h''$, $v''$ — dieselben correspondirenden Werthe bei Anwendung des aus Massiv- und Hohleisen zusammengesetzten Gestänges,

$g$ = 375,12 Zoll die Beschleunigung der Schwere,

$W$ = 1000 Pfd. das Gewicht des Wiegenfufshebels,

$R$ = 900 Pfd. das Gewicht des Regulators.

Bei Verwendung gleicher bewegenden Kraft wird der mit dem Massivgestänge beschwerte Wiegenfufshebel um den Winkel $v'$, der mit dem Hohlgestänge beschwerte Hebel um den Winkel $v''$ gehoben, und die hierdurch erzeugten statischen Momente des Wiegenfufshebels müssen einander gleich sein.

Im ersten Falle ist das statische Moment

$$(r-a)\ (2P'+W)\sin v',$$

im zweiten Falle

$$(r-a)\ (2P''+W)\sin v'',$$

und daher

$$\sin v'' = \frac{2P'+W}{2p'+W}\sin v'.$$

Die erzielt werdende Fallgeschwindigkeit ist:

für das Massivgestänge

$$C' = \sqrt{\frac{P'+\frac{1}{2}W}{P+\frac{1}{2}W+R}}\sqrt{2g\,(s'-s'')}$$

für das Massiv- und Hohlgestänge:

$$C'' = \sqrt{\frac{p'+\frac{1}{2}W}{p+\frac{1}{2}W+R}}\sqrt{2g\,(h'-h'')}.$$

Zur Berechnung dieser Formeln ist, wenn $s'$ die Hubhöhe des Massivgestänges als gegeben angenommen wird

$$\sin v' = \frac{(r-a)\sqrt{(2r-a-s')\,(a+s')} - b\,(r-a-s')}{r^2},$$

$$s'+s'' = 2b\sin v'$$

$$s'-s' = 4\,(r-a)\sin\tfrac{1}{2}v'^2;$$

$$\sin v'' = \frac{2P+W}{2p+W} \sin v'$$

$$h'+h'' = 2b \sin v''$$

$$h'-h'' = 4\,(r-a)\,\sin \tfrac{1}{2} v''^2.$$

Man findet hieraus für den vorliegenden Fall, wenn die Hubhöhe des Massivgestänges $s' = 3\frac{1}{2}$ Zoll angenommen wird,

$$s' = 3'',5$$
$$s'' = 2'',1649$$
$$s'-s'' = 1'',3351$$
$$v' = 2°\ 33'\ 23'',6$$
$$v'' = 3°\ 34'\ 3'',4$$
$$h'+h'' = 7,9029$$
$$h'-h'' = 2,5987$$
$$h' = 5'',2508$$
$$h'' = 2'',6521$$
$$C = 28'',806$$
$$C'' = 37'',532$$
$$\frac{C''}{C} = 1,3029.$$

Bei gleicher Kraftanstrengung verhalten sich daher in dem vorliegenden Falle die mechanischen Momente, oder der auf die Vertiefung des Bohrlochs verwendete Effect bei dem Massivgestänge und dem aus solchem und aus Hohlgestängen zusammengesetzten wie 1:1,3029, ein Resultat der Rechnung, welches durch die im Neusalzwerker Bohrloch erhaltenen und oben mitgetheilten Resultate Bestätigung findet.

Wird die Masse des Bohrapparates nicht mit berücksichtigt und $W$ und $R$ gleich Null gesetzt, was, wie früher bemerkt, ohne bedeutende Beeinträchtigung der Genauigkeit der Rechnung zulässig ist, so läßt sich das Verhältniß der erzielt werdenden Fallgeschwindigkeiten durch eine einfache Formel darstellen. Unter dieser Voraussetzung ist nämlich:

$$\sin v'' = \frac{P'}{p'} \sin v'$$

$$C' = \sqrt{\frac{P'}{P}} \sqrt{2g\,(s' - s'')}$$

$$C'' = \sqrt{\frac{p'}{p}} \sqrt{2g\,(h' - h'')}$$

daher

$$\frac{C''}{C} = \sqrt{\frac{P}{p} \cdot \frac{s' + s''}{s' - s''} \cdot \frac{h' - h''}{h' + h''}},$$

und da $s' + s'' = 2b \sin v' = 4b \cos \frac{1}{2} v' \sin \frac{1}{2} v'$

$$\frac{C''}{C} = \sqrt{\frac{P}{p} \cdot \frac{\tang \frac{1}{2} v''}{\tang \frac{1}{2} v'}}$$

$$C'' = \sqrt{\frac{P'}{p} 2g\,(h' - h'')}$$

$$= 2 \sin \tfrac{1}{2} v'' \sqrt{\frac{P'}{p} 2g\,(r - a)}.$$

Für das Hohlgestänge ist der Winkel $v''$, um welchen der Wiegenhebel gehoben wird, immer gröfser wie $v'$, es wird daher auch $\frac{\tang \frac{1}{2} v''}{\tang \frac{1}{2} v'}$ immer, und in der Regel ansehnlich gröfser wie die Einheit ausfallen. Selbst daher, wenn $\frac{P}{p}$ ein ächter Bruch sein sollte, kann $\frac{C''}{C}$ noch gröfser wie die Einheit werden.

Die Gröfsen $P$ und $p$ aber bezeichnen die Totalgewichte der zu vergleichenden Gestänge und es ergiebt sich daher hieraus, dafs z. B. ein hölzernes Gestänge, selbst wenn sein Totalgewicht gröfser wie ein massiv eisernes sein sollte, doch noch einen besseren Effect wie jenes leisten kann, sofern das Gewicht desselben im Wasser nur bedeutend leichter wie das des Massivgestänges ausfällt. Ist $P = p$, oder bleibt das Verhältnifs von $P'$ zu $p'$ ungeändert, so findet sich im vorliegenden Beispiel

$$\frac{C''}{C} = \sqrt{\frac{\text{tang}\,\frac{1}{2}v''}{\text{tang}\,\frac{1}{2}v'}} = 1{,}1935\,,$$

und würde daher ein 11205 Pfd. schweres hölzernes Gestänge, welches im Wasser nur 6886 Pfd. wiegt, im Vergleich zu einem gleich schweren eisernen Gestänge, selbst am Neusalzwerker Bohrapparat, mehr aber noch am gewöhnlichen Bohrhebel, einen sehr guten Effekt leisten, wie denn auch in den meisten Fällen die Ersetzung schwerer eiserner Gestänge durch hölzerne Gestänge sich als vortheilhaft bewährt hat.

Nach den vorstehenden Formeln berechnet findet sich

$$\begin{aligned} C &= 29'',6 \\ v'' &= 3^\circ\ 38'\ 28'',2 \\ h'+h'' &= 8'',0655 \\ h'-h'' &= 2'',707 \\ h' &= 5'',3862 \\ h'' &= 2'',6793 \\ C'' &= 39'',441 \\ &= 1{,}332\,C. \end{aligned}$$

Welche Werthe durchgängig etwas gröfser wie die früher gefundenen genaueren Angaben sind, jedoch nur unbedeutend von jenen abweichen.

Je leichter das Hohlgestänge gemacht wird und je mehr dasselbe im Wasser an Gewicht verliert, desto gröfser wird auch bei gleichem Kraftaufwande dessen mechanischer Effect sein, jedoch findet hierbei eine Grenze praktischer Ausführbarkeit statt. Die Taf. I. Fig. 5. u. 6. gezeichnete Hohlstange dürfte für 30 Fufs lange Bohrstangen wahrscheinlich das leichteste brauchbare Gestänge gewähren. Die Durchmesser desselben betragen $1\frac{1}{2}$ und $1\frac{3}{4}$ Zoll, die Eisenstärke $\frac{1}{8}$ Zoll und jede 30 Fufs lange Bohrstange ist zusammengesetzt aus

27′ 9½″ Hohlgestänge,
10½″ Massivgestänge von 1¼″ Durchmesser,
5″ desgl. von 2″ Durchmesser,
11″ zu 1¼″ ins Quadrat.

Das Gewicht dieses Gestänges 3 Kubikzoll Eisen ein Pfund gerechnet, ergiebt sich folgendermafsen:

die Fläche $B$ = 2,405 Quadratzoll
— $A$ = 1,7712 —
$B - A$ = 0,6338 Quadratzoll,

27′ 9½″ Hohlstange enthalten daher an Eisen 211,37 Kubikzoll und wiegen . . . . . 75,5 Pfd.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10½″ à 1¾″ Durchmesser | 25,25 | | |
| 5″ à 2″ Durchmesser | 15,71 | | |
| 11″ à 1¼″ ins Quadrat | 17,19 | | |
| Eisen . . . . . | 58,15 Kubikzoll | | 19,38 Pfd. |
| Also Totalgewicht der Stange . . . | | | 89,88 Pfd. |

das verdrängt werdende Wasser beträgt 860,22 Kubikzoll und wiegt . . . . . 29,8 Pfd.

mithin ist das Gestängegewicht im Wasser . . 60,08 Pfd.

Eine so angefertigte 30 Fufs lange Bohrstange wird daher ein absolutes Gewicht von 90 Pfd. und im Wasser ein Gewicht von 60 Pfd. besitzen, oder es wird der laufende Fufs dieses Gestänges

in der Luft . . 3 Pfd.
im Wasser . . 2 Pfd.

wiegen.

Der mechanische Effect dieses Hohlgestänges im Vergleich zu dem eines Massivgestänges, von welchem der laufende Fufs 4½ Pfd. wiegt, berechnet sich folgendermafsen:

Sei die Tiefe des Bohrloches bis zur unteren Gestängeabtheilung . . . . . $L$ Fufs
das Gewicht des Untergestänges . . . . $Q$ Fufs

so ist das Gesammtgewicht des Massivgestänges $4{,}5L+Q$
und dessen Gewicht im Wasser . . . . . $\frac{1}{8}(4{,}5L+Q)$
das Gewicht des Hohlgestänges . . . . . $3L+Q$
dessen Gewicht im Wasser . . . . . $2L+\frac{1}{8}Q$.

Es ist daher die Fallgeschwindigkeit des Massivgestänges

$$C = \sqrt{\frac{\frac{7}{8}(4{,}5L+Q)+\frac{1}{2}W}{4{,}5L+Q+\frac{1}{2}W+R}}\sqrt{2g(s'-s'')}$$

und die Fallgeschwindigkeit des Hohlgestänges

$$C'' = \sqrt{\frac{2L+\frac{7}{8}Q+\frac{1}{2}W}{3L+Q+\frac{1}{2}W+R}}\sqrt{2g(h'-h'')}.$$

Zur Bestimmung von $h'-h''$ ist aber

$$\sin v'' = \frac{\frac{7}{8}(4{,}5L+Q)+\frac{1}{2}W}{2L+\frac{7}{8}Q+\frac{1}{2}W}\ \sin v'.$$

Sei z. B. wieder

$s' = 3\frac{1}{2}$ Zoll
$L = 2000$ Fufs
$Q = 1500$ Pfd.
$W = 1000$ Pfd.
$R = 900$ Pfd.,

so wird

$s'-s'' = 1'',3351$; $s'+s'' = 5'',6649$; $v' = 2^\circ\ 33'\ 23'',6$.

Es wird daher

$C' = 28'',758$
$v'' = 4^\circ\ 15'\ 48'',4$
$h'+h'' = 2b\sin v'' = 9'',4415$
$h'-h'' = 4(r-a)\sin\frac{1}{2}v''^2 = 3{,}7109$
$h' = 6'',5762$; $h'' = 2'',8653$
$C'' = 43'',046$
$= 1{,}496\,C'$.

Dies Hohlgestänge mit einem möglichst leichten eisernen Massivgestänge verglichen, vermag daher unter den

angegebenen Verhältnissen 1,496 mal mehr mechanischen Effect zu leisten, und wird mithin bei gleichem Kraftaufwand ungleich vortheilhafter arbeiten.

Je tiefer das Bohrloch wird, desto günstiger gestalten sich die Verhältnisse für das Hohlgestänge und sein Effect erscheint verhältnifsmäfsig noch gröfser. Das Grenzverhältnifs tritt ein, wenn die Tiefe des Bohrloches oder $L$ unendlich wird. Dann können $Q$, $W$ und $R$ gleich Null gesetzt werden. Unter dieser Voraussetzung ist aber

$$\frac{C''}{C'} = \sqrt{\frac{P \operatorname{tang} \frac{1}{2} v''}{p \operatorname{tang} \frac{1}{2} v'}}.$$

Wenn mit der Tiefe des Bohrloches die bewegende Kraft angemessen wächst, dann bleiben die vorhin berechneten Werthe von $v'' = 4° 15' 48'',4$ und $v' = 2° 23' 33'',6$ ungeändert, $\frac{P}{p}$ aber bezeichnet sodann das Verhältnifs der Totalgewichte des Massiv- und Hohlgestänges und wird daher $\frac{P}{p} = \frac{4,5}{3} = 1,5$.

Für den gewählten Fall wird daher das Grenzverhältnifs

$$\frac{C''}{C'} = \sqrt{1,5 \frac{\operatorname{tang} 2° 17' 54'',2}{\operatorname{tang} 1° 16' 41'',8}} = 1,5336.$$

Aber nicht allein bei zunehmender Bohrlochstiefe, auch bei verstärkter Hebelbelegung gewährt das Hohlgestänge verhältnifsmäfsig bessere Effecte. Das wirkliche Grenzverhältnifs tritt daher ein, wenn die Tiefe des Bohrloches unendlich und die bewegende Kraft so grofs ist, dafs, mit dem Hohlgestänge belastet, der Wiegenfufshebel vollständig ausgehoben werden kann, dafs mithin $v''$ dem Spannungswinkel $v = 5° 24' 35''$ des Wiegenfufses gleich wird. Wenn aber $v'' = v$, dann findet sich

$$\sin v' = \frac{p'}{P} \sin v$$

$$= \frac{2}{\frac{7}{8}4{,}5} \sin v = \frac{160}{315} \sin v$$

$$v' = 2^0\ 44'\ 41'',1.$$

Es ist daher bei dem Neusalzwerker Wiegenfufshebel das wirkliche Grenzverhältnifs von

$$\frac{C''}{C'} = \sqrt{1{,}5 \frac{\text{tang}\, 2^0\ 42'\ 17'',5}{\text{tang}\, 1^0\ 22'\ 20'',5}} = 1{,}708.$$

Unter den günstigsten Verhältnissen kann daher das Hohlgestänge 70 Procent mehr Effect leisten, wie das leichteste Massivgestänge und wenn die bewegende Kraft zu der Tiefe des Bohrloches nur in einigermafsen günstigem Verhältnifs steht, wird das Hohlgestänge 50 Procent oder 1½ mal mehr Effect, wie das leichteste massive eiserne Gestänge zu leisten vermögen.

Hinsichtlich der Biegsamkeit oder respectiven Festigkeit fällt die Vergleichung des Hohlgestänges mit einem Massivgestänge von einem Quadratzoll Queerschnitt ebenfalls zu Gunsten des ersteren aus. Bezeichnet $v'$ die respective Festigkeit des Massivgestänges, $v''$ die des Hohlgestänges und $d'$, $d''$ den inneren und äufseren Durchmesser desselben, so ist

$$\frac{v''}{v'} = \frac{\pi}{4}(d''^3 - d'^3) = 0{,}78539(d''^3 - d'^3).$$

Für das Neusalzwerker Hohlgestänge ist $d'' = 1'',58$; $d' = 1'',25$, es findet sich daher für dasselbe

$$\frac{v''}{v'} = 1{,}5639,$$

für das berechnete leichteste Hohlgestänge aber ist $d'' = 1'',75$; $d' = 1'',5$, für dieses findet sich daher

$$\frac{v''}{v'} = 1{,}5585.$$

Beide Hohlgestänge haben daher reichlich $1\frac{1}{2}$ mal mehr respective Festigkeit, wie ein Massivgestänge von einem Quadratzoll Querschnitt.

Diese ansehnlich gröfsere respective Festigkeit des Hohlgestänges wird auch durch die Erfahrung bestätigt und in ihr beruht ein wesentlicher Vorzug desselben, indem aus diesem Grunde das Hohlgestänge viel ruhiger arbeitet und bedeutend weniger vibrirt.

Wenn der Torsionswiderstand eines eisernen Stabes von einem Quadratzoll Queerschnitt, für eine an dessen Umfang wirkende Kraft

$$= T' = \tfrac{1}{8}\frac{1}{\sqrt{2}}$$

gesetzt wird, so ist für eine an dem äufseren Umfang des Hohlgestänges wirkende Kraft dessen Torsionswiderstand

$$T'' = \tfrac{1}{8}\pi\frac{d''^3 - d'^3}{8},$$

$$\text{daher } \frac{T''}{T'} = 0{,}55536\,(d''^3 - d'^3).$$

Hieraus findet sich für das Neusalzwerker Hohlgestänge

$$\frac{T''}{T'} = 1{,}10582$$

und für das berechnete leichteste Hohlgestänge

$$\frac{T''}{T'} = 1{,}10202.$$

Der Torsionswiderstand beider Gestänge ist daher noch etwas gröfser, wie der eines Massivgestänges von einem Quadratzoll Queerschnitt. Diese Berechnung dürfte indessen mit der Erfahrung nicht übereinstimmen, indem durch die Schweifsnath des Hohlgestänges dessen Torsionswiderstand sehr geschwächt wird. In dieser Hinsicht steht das Hohlgestänge dem Massivgestänge nach, bedeutende Torsionen, namentlich An- und Abschraube-Operationen in dem Bohrloche, dürfen demselben nicht zugemuthet werden.

Hinsichtlich der absoluten Festigkeit ist, wenn $k'$ die des Massivgestänges, $k''$ die des Hohlgestänges bezeichnet

$$\frac{k''}{k'} = \tfrac{1}{4}\pi(d''^2 - d'^2) = 0{,}78539\,(d''^2 - d'^2).$$

In dem vorliegenden Fall für das Neusalzwerker Hohlgestänge

$$\frac{k''}{k'} = 0{,}73348$$

und für das möglichst leichte Hohlgestänge

$$\frac{k''}{k'} = 0{,}63813.$$

Die absolute Festigkeit beider Hohlgestänge ist daher ansehnlich geringer, wie die des Massivgestänges von 1 Quadratzoll Queerschnitt. Es ist aber nicht die Gröfse der absoluten Festigkeit, welche über die Sicherheit bei der Anwendung eines Bohrgestänges entscheidet, sondern das Verhältnifs der absoluten Festigkeit zu dem Gewicht des Gestänges im Wasser und dieses Verhältnifs gestaltet sich ganz zu Gunsten des Hohlgestänges, verglichen mit einem Gestänge von 1 Quadratzoll Queerschnitt. Sei nämlich die Länge des Obergestänges oder die Tiefe des Bohrloches bis zum Untergestänge $L$, das Gewicht des Untergestänges im Wasser $\frac{7}{8}Q = Q' = 1312\frac{1}{2}$ Pfd., so ist das Gewicht des Massivgestänges im Wasser $= \frac{7}{8}45L + Q' = 3{,}9375\,L + Q'$, das Gewicht des Hohlgestänges $= 2L + Q'$.

Sollen nun diese Gestängegewichte zu den absoluten Festigkeiten $k'$, $k''$ beider Gestänge dasselbe Verhältnifs haben, so findet sich

$$\frac{k''}{k'} = \frac{2L + Q'}{3{,}9375L + Q'}$$

und wird z. B. bei einer Gestängelänge von 1000 Fufs

$$\frac{k''}{k'} = 0{,}631.$$

Wird die Tiefe des Bohrloches unendlich, so erreicht $\frac{k''}{k'}$ seine Grenze und wird alsdann

$$\frac{k''}{k'} = \frac{2}{3{,}9375} = 0{,}5079.$$

Es genügt daher für das leichte Hohlgestänge, wenn seine absolute Festigkeit

$$k'' = 0{,}5079\,k',$$

dieselbe ist aber wie vorhin berechnet

$$k'' = 0{,}63813\,k'$$

und besitzt mithin das leichte Hohlgestänge verhältnifsmäfsig mehr absolute Festigkeit und Sicherheit gegen das Zerreifsen, wie ein Massivgestänge von 1 Quadratzoll Queerschnitt.

Bei gleicher Sicherheit gegen das Abreifsen wird man daher auch mit dem Hohlgestänge eine gröfsere Tiefe erreichen können, wie mit dem zur Vergleichung dienenden möglichst leichten Massivgestänge. Soll nämlich die absolute Festigkeit des Gestänges nach Abzug des Gestängegewichtes, die von demselben im Maximo zu tragende Last um das $m$fache übertreffen, so ist, wenn $L'$ die Länge des Massivgestänges, $L''$ die des Hohlgestänges bezeichnet

$$k' - (3{,}9375\,L' + Q') = m(3{,}9375\,L' + Q'),$$
$$k'' - (2L'' + Q') = m(2L'' + Q').$$

Da nun

$$k'' = 0{,}63813k',$$

so findet sich hieraus

$$L' = 0{,}253968\,\frac{k' - (m+1)\,Q'}{m+1},$$

$$L'' = L' + \frac{0{,}065092}{m+1}k' - 0{,}246032\,Q'.$$

Wird z. B. die absolute Festigkeit von einem Quadratzoll Eisen oder $k' = 72000$ Pfd. und $m = 3$ gesetzt, so findet sich

$L' = 4238{,}29$ Fufs

$L'' = L' + 848{,}91$

$= 5087{,}2$ Fufs.

Wenn nämlich in einem 4238 Fufs tiefen Bohrloche die um das Gewicht des Massivgestänges verminderte absolute Festigkeit desselben noch dreimal gröfser wie die Gestängelast ist, so tritt der gleiche Fall, oder die gleiche Gefahr des Abreifsens, bei dem leichten Hohlgestänge erst bei einer Länge von $4238 + 849 = 5087$ Fufs ein.

Je tiefer die Bohrlöcher werden, desto zweckmäfsiger erscheint daher die Anwendung von Hohlgestängen, namentlich auch rücksichtlich der wesentlichen Erleichterung, die hinsichtlich des bei der Bohrarbeit so oft erforderlichen Herausholens des Gestänges gewährt wird. Bei einem 5083 Fufs tiefen Bohrloche, bei welchem 83 Fufs Untergestänge 1500 Pfd. wiegen, beträgt das Totalgewicht eines Massivgestänges von einem Quadratzoll Queerschnitt . . . . . 24000 Pfd.

dessen Gewicht im Wasser . . . . . 21000 Pfd.

Hingegen das Gewicht eines leichtes Hohlgestänges nur . . . . . 16500 Pfd.

und dessen Gewicht im Wasser . . . . . 11500 Pfd.

Letzteres ist daher im Totalgewicht fast um $\frac{1}{3}$, im Wasser fast um die Hälfte leichter wie ersteres und erfordert mithin einen bedeutend geringeren Kraftaufwand zum Herausholen.

Im Vergleich mit dem hölzernen Bohrgestänge gewährt das Hohleisengestänge durch gröfsere Dauerhaftigkeit und Sicherheit, so wie dadurch, dafs sein Totalgewicht jedenfalls bedeutend leichter ausfallen wird, entschiedene Vortheile, denn namentlich ist auch bei den hölzernen Gestängen zu berücksichtigen, dafs wenn auch neu angefertigt, deren Gewicht leicht ausfällt, dasselbe während des Gebrauches durch Einsaugen von Wasser bald sehr bedeutend zunimmt. Die aus der Fabrik des R. Beresford

bei Eschweiler bezogenen 126 Stück Röhren von 1775 Fufs Gesammtlänge und 4892 Pfd. Gewicht, kosteten loco Fabrik 821 Thlr. 21 Sgr., also pro Fufs 13 Sgr. 10 Pf. oder pro Pfund 5 Sgr. 0,47 Pf. Werden hierzu noch die Kosten der Zusammensetzung des Hohlgestänges gerechnet, so stellt sich der Preis desselben im Vergleich zum Massivgestänge etwas gröfser, jedoch nicht sehr bedeutend, da an Eisenmasse gespart wird, und jedenfalls werden durch besseren Effect der Arbeit die Mehrkosten der Anfertigung in sehr kurzer Zeit ausgeglichen.

# II.

# Notizen.

## 1.

## Allgemeine Uebersicht der hypsometrischen Verhältnisse im Regierungsbezirk Coblenz, in orographischer und hydrographischer Beziehung.

### I. Gebirgshöhen.

*A.* Südlicher Rand des Grauwackengebirges auf der linken Seite des Hahnenbach bis zum Rhein im Soonwalde.

Der Rücken wird durch den Güldenbach in dem östlichen Theile durchbrochen und dadurch ein Theil nach dem Rhein hin abgesondert (Bingerwald). Die hohen aus Quarzfels bestehenden Rücken dieses Gebirgsrandes erreichen zwischen 1750 Fufs und 2040 Fufs Höhe. Das Rheinthal in dem Durchbruche durch diese Ränder ist sehr eng, mifst von Bingen bis Bacharach von 240 bis 220 Fufs Höhe und die Erhebung der Rücken über diese Basis beträgt 1500 bis 1800 Fufs.

1) Soonwald bei Schlierschied, höchste Stelle zwischen dem Simmerbach und der Strafse von Kirchberg nach Kirn . . . . . 1868 Fufs
2) Felsen auf demselben Bergrücken unter der Strafse von Kirchberg nach Kirn . . . 1787 –
3) Koppelstein, Ruine zwischen Henau und Gemünden, am östlichen Ende des Thurmes, höchster Punkt . . . . . 1724 –

4) Altenburg, höchster Punkt des westlichen Soonwaldes . . . . . 1953 Fufs
5) Leidenshaus, bei Henau, am Wege von Monzingen nach Gemünden . . . . . 1432 -
6) Wildkopf zwischen den Wegen von Monzingen nach Gemind und nach Mengerschied 1764 -
7) Elzebornerkopf, westlich nahe am Wege von Tiefenbach nach Winterbach . . . . 1973 -
8) Soonwald, erster Rücken am Wege von Eckweiler nach Tiefenbach, Rennweg . . . 1934 -
9) Tiefenbacher Höhe, zweiter Rücken am Wege von Eckweiler nach Tiefenbach . . . 1922 -
10) Simmererkopf gegen Riesweiler . . . 2041 -
11) Spitzeich nahe der Glashütte, östlich vom Simmererkopf . . . . . 1985 -
12) Soonshöhe, ¼ Stunde östlich von Spitzeich, zwischen Häuserschlag und Bauernschlag 2021 -
13) Soonwald-Höhe am Wege von Argenthal nach Dörrebach . . . . . 1867 -
14) Thiergarten SO. von Argenthal . . . 1750 -
15) Oppeler Höhe westlich von Dörrebach, Grenze der Kreise Simmern und Kreutznach . . 1975 -
16) Schöneberger Höhe bei Stromberg . . 1445 -
17) Kropp ober Schöneberg bei Stromberg . 1502 -
18) Laushütte im Bingerwalde . . . . . 1865 -
19) Höhe zwischen Rheinbellen und Bacharach in der Nähe von Manubach . . . . 1567 -

Die westliche Fortsetzung dieses Randes bildet der Idar und Hochwald im Regierungsbezirk Trier.

*B.* Hochebene (Hunsrücken), welche nördlich diesem Gebirgsrücken vorliegt und das Stufenland gegen die Mosel, den Abfall gegen den Rhein von Bacharach bis Coblenz bildet; erreicht eine Höhe von 1300 bis 1600 Fufs und wird von dem südlichen Gebirgsrande um 150 bis 740 Fufs übertroffen. Die Mosel fällt von Croeff bis Coblenz von 300 Fufs bis 190 Fufs, der Rhein von Bacharach bis Coblenz von 220 Fufs bis 190 Fufs. Der Abfall der Hochebene ist durch die Thäler der Cütz, Simmerbach und Tiefenbach, Kellenbach, der sich oberhalb Martinstein in die Nahe ergiefst, diesem Flufsgebiete zugewendet und bis zu dem Durchbruch des Kellenbaches durch den Rücken des Soonwaldes gegen West und Südwest gerichtet. Das Stufenland nach der Mosel nimmt je weiter abwärts immer mehr

an Breite ab. Der Abfall nach dem Rheine hin ist ganz kurz, nirgends über eine Meile breit und nur kleine Schluchten ziehen sich von der Hochebene nach dem Strome hin.

| | | |
|---|---|---|
| 1) | Nunkirch, einzelne Kirche bei Sargenroth . | 1369. |
| 2) | Riesweiler, an der Kirche . . . . . | 1487. |
| 3) | Argenthal am Brunnen, Ausgang nach Simmern | 1520. |
| 4) | Argenthal . . . . . | 1517. |
| 5) | Argenthal, am Wegweiser . . . . . | 1431. |
| 6) | Strafse von Boppard nach Simmern, dem südlichsten Hause von Ebscheid gegenüber . | 1422,4 |
| 7) | Strafse von Boppard nach Simmern zwischen Ebscheid und Laubach, Wegstein No. 207. | 1418,5 |
| 8) | Strafse von Boppard nach Simmern, zwischen Ebscheid und Laubach, Wegstein No. 214. | 1469,0 |
| 9) | Laubach, dem nördlichsten Hause gegenüber | 1454,8 |
| 10) | Laubach, oberer Eingang . . . . . | 1489. |
| 11) | Horn, nördlich von Simmern . . . . . | 1400. |
| 12) | Simmerer Höhe am Anfang des Waldes nach Laubach . . . . . | 1247. |
| 13) | Simmern gegen den Brunnen . . . . . | 1025,8 |
| 14) | Simmern . . . . . | 1027. |
| 15) | Simmern, Markt . . . . . | 1013. |
| 16) | Gödenroth . . . . . | 1265. |
| 17) | Castellaun, Markt . . . . . | 1247. |
| 18) | Hasensteil, auf dem Plateau bei Cappel, in der Nähe von Castellaun . . . . . | 1568. |
| 19) | Kirchberg, Markt, gegen den Wegstein No. 373. | 1341,3 |
| 20) | Kirchberg, Markt . . . . . | 1315. |
| 21) | Rheinbellen, Wirthshaus der Strafse . . . | 1184. |
| 22) | Irmenach, neben dem Brunnen im Wirthshause . . . . . | 1356,8 |
| 23) | Irmenach oben im Orte . . . . . | 1400,3 |
| 24) | Höchster Strafsenpunkt, östlich von Beuren an der Strafse von Trarbach nach Simmern | 1576,6 |
| 25) | Höchster Strafsenpunkt zwischen Lötzbeuren und Wahlenau . . . . . | 1557,0 |
| 26) | Büchenbeuren . . . . . | 1332. |
| 27) | Wegweiser von Büchenbeuren nach Trarbach und Monzelfeld . . . . . | 1484. |
| 28) | Maisborn, südlich von Pfalzfeld (höchster Punkt der Hochebene) . . . . . | 1625. |
| 29) | Höhenpunkt der Strafse von Boppard nach Simmern bei Braunshorn . . . . . | 1529,0 |

30) Strafse von Boppard nach Simmern, am Abgange der Strafse nach Castellaun . . . 1526,6
31) Wegweiser von Coblenz nach Simmern und Castellaun . . . . . 1527.
32) Leininger Sauerbrunnen (Lamscheid), dem nördlichen Hause gegenüber . . . . . 1241,8
33) Leininger Sauerbrrnnen (Lamscheid) . . 1216.
34) Höhenpunkt der Strafse von Boppard nach Simmern zwischen Lamscheid und Ehrhöfe 1448,0
35) Halsenbacher Kreuz an der Strafse zwischen Lamscheid und Ehrhöfe . . . . . 1436.
36) Ehrhöfe, Brücke . . . . . 1195,4
37) Ehrhöfe . . . . . 1227.
38) Höhenpunkt der Strafse zwischen den Ehrhöfe und Boppard . . . . . 1383,2
39) Fufs des Wegweisers auf dem Bopparder-Berg (1450 Ruthen von Boppard entfernt) . 1339,3
40) Wegweiser auf der Spitze des Bopparder Steig 1328.
41) Wegweiser von St. Goar nach Castellaun und nach Simmern über Horn . . . . . 1500.
42) Halsenbach, Kirche . . . . . 1320.
43) Herschwiesen, Kirche . . . . . 1148.
44) Neu (Ney) bei Halsenbacher, oberer Ausgang 1150.
45) Pfaffenhecker Hof, an der Strafse von Coblenz nach Simmern . . . . . 1262.
46) Fleckerts-Höfe bei Boppard . . . . . 1594.
47) Kühkopf bei Coblenz, 650 Ruthen von der Mosel und 750 Ruthen von dem Rheine entfernt . . . . . 1200.
48) Carthäuserhof bei Coblenz . . . . . 525.
49) Pionier-Exercirplatz bei Coblenz, Plateau zwischen der Mosel und Laubach (Rhein- und Moselgeschiebe) . . . . . 514.
50) Jacobsberg zwischen Boppard und Rhens . 739.
51) Rheinfels, Ruine bei St. Goar . . . . . 464.

Diese Hochebene hängt gegen Westen mit derjenigen zusammen, welche nördlich des Idar und Hochwald's sich bis zur Mosel und bis zum Einflusse der Saar in dieselbe ausdehnt.

*C.* Stufenland von dem südlichen Gehänge des Soonwaldes bis zur Nahe und zur Landesgränze. Der Thonschiefer und Quarzfels des Soonwaldes wird vom Steinkohlengebirge bedeckt, in dem sich mäch-

tige Massen von Porphyr erheben, Melaphyrrücken und Kuppen treten zahlreich hervor. Bedeckung von tertiären Sand- und Thonschichten reichen bis zu den Steinhardter-Höfen.

Das Kohlengebirge und die Porphyre übersteigen die Höhe von 1100 Fufs nicht und erheben sich über die Nahe, welche von Kirn bis zu ihrem Einflusse in den Rhein bei Bingen von 500 bis 240 Fufs fällt, um 600 bis 860 Fufs.

1) Horbach, nordwestlich von Martinstein . . 1450.
2) Entenphul, nördlich ven Pferdsfeld . . . 1298.
3) Winterbach, Wohnung des Försters Schmidt 1281.
4) Eckweiler, oberer Ausgang . . . . . 1169.
5) Spabrücken, Kirche . . . . . 1010.
6) Schöneberg, Kirche . . . . . 1027.
7) Neupfalz, Forsthaus zwischen Schöneberg und Dörrebach . . . . . 1232.
8) Dörrebach . . . . . 1193.
9) Daxweiler, auf dem Platze . . . . . 1150.
10) Herchenfeld, unterer Ausgang . . . . . 889.
11) Höchster Punkt zwischen Wallhausen und Windesheim . . . . . 756.
12) Wallhausen, unter der Kirche . . . . . 511.
13) Windesheim, oberer Eingang . . . . . 425.
14) Windesheim . . . . . 486.
15) bei Windesheim, Höhe des tertiären Sandsteins . . . . . 664.
16) bei Windesheim, Höhe des rothen Sandsteins 924.
17) Waldlaubersheim, am Bach . . . . . 720.
18) Waldalgesheim, an der Strafse . . . . 780.
19) Galgenberg bei Waldalgesheim . . . . 939.
20) Höhe bei Layen (Layer Höfe) bei Rümmelsheim; rother Sandstein . . . . . 917.
21) Hüffelsheim, Ausgang nach Waldböckelheim; Tertiär-Thon . . . . . 657.
22) Steinhardter Hof zwischen Sobernheim und Waldböckelheim; Tertiär-Thon . . . . . 754.
23) Kautzenberg, Ruine bei Kreutznach, rother Sandstein . . . . . 485.
24) Hungrige Wolf, Strafse von Kreutznach nach Stromberg . . . . . 671.
25) Kuhberg bei Kreutznach; tertiärer Sandstein 586.
26) Hardt bei Kreutznach, linke Seite der Nahe; Porphyr . . . . . 1094.

27) Rheingrafenstein bei Münster am Stein, rechte Seite der Nahe; Porphyr . . . . . 937.
28) Hohe Gans, rechte Seite der Nahe; Porphyr 972.

*D.* Hochebene, welche auf der linken Seite der Mosel mit der Eifel zusammenhängt, und das Stufenland gegen die Mosel hin bildet, die Gebiete des Uesbach und des Elzbach umfassend und sich ausdehnend bis zu dem Wassertheiler der Aar und der Nette. Zwischen dem Elzbach, der Nette, Mosel und dem Rhein erniedrigt sich die Hochebene in dem Maifelde sehr beträchtlich und fällt allmälig in das breite Rheinthal zwischen Weifsenthurm und Coblenz ab, welches einen Theil des Neuwieder-Beckens bildet.

Basaltkuppen und vulkanische Berge erheben sich aus dem Grauwackengebirge und schliefsen sich dem Hauptzuge der westlicher gelegenen Vulkane (im Regierungsbezirk Trier) einestheils, der Gruppe des Laacher See's anderntheils an; Maare oder Kraterseen kommen darin vor. In dem niedrigen Theile des Maifeldes treten Bedeckungen von tertiärem Thon, von Geschieben und von Trafs auf; die Bimssteinbedeckung überschreitet die Mosel in ihrem unteren Laufe.

Die Höhe der Grauwackenhochebene steigt von 1200 Fufs bis 1600 Fufs an, und erreicht ihre gröfste Höhe von 1700 Fufs in dem Wassertheiler der Aar und des Nitzbaches; dieselbe sinkt zwischen dem Elzbach und Nette, in dem Maifelde gegen die Mosel und dem Rhein hin immer mehr von 1100 Fufs bis 500 Fufs herab. Die höchsten Kuppen von Basalt und vulkanischen Gesteinen erreichen eine Höhe von 1800 bis 2000 Fufs.

Die Hochebene erhebt sich über den Moselauf (300—190 Fufs) um 900 Fufs bis 1400 Fufs; in dem Maifelde um 300 bis 850 Fufs.

*a*) Zwischen dem Uesbach und Elzbach, die Hochebene der Grauwacke umfassend.

1) Lützerath, westliche Ecke des Bürgermeisteramtes, der Post gegenüber . . . . . 1219,2
2) Lützerath, Kirche . . . . . 1263.
3) Lützerath, Posthalterei, 15 Fufs über dem Strafsenpflaster . . . . . 1258.
4) ½ Meilenstein südwestlich von Lützerath an der Strafse nach Wittlich . . . . . 1272,4

5) Wegweiser von Lützerath nach Bertrich . 1327.
6) Höchster Punkt der Strafse von Lützerath nach Bertrich, $\frac{1}{8}$ Meile von Lützerath, $\frac{1}{2}$ Meile von Kenfus . . . . . 1345. 1339.
7) Kenfus, Pflaster an der nördlichen Ecke des Gemeindehauses . . . . . 1225,6
8) Kenfus, Höhe vor dem Abhange nach Bertrich 1254.
9) Kenfus . . . . . 1202.
10) Falkenlei, Schlackenberg zwischen Kenfus und Bertrich . . . . . 1291.
11) Tiefster Punkt des Kraterrandes zwischen der Falkenlei und dem nördlich gelegenen Kopfe, am Fufswege von Kenfus nach Bertrich . . 1210.
12) Kopf nordwestlich von der Falkenlei, Schlacken 1256.
13) Höchster Punkt über der Facherhöhe. S. O. von der Falkenlei. Vulkanischer Tuff . . 1172.
14) Meilenstein (7 Meilen von Coblenz) an der Strafse von Coblenz nach Lützerath, bei Gillenbeuren . . . . . 1313,0
15) Höhe zwischen Afeln und Lützerath (alte Eisensteins-Pinge) . . . . . 1432.
16) Chausseehaus auf der rechten Seite des Marterthales (Enderthaches) . . . . . 1437,5
17) Marterthaler Höhe nach Lützerath hin, an der Chaussee . . . . . 1479.
18) Wollmeratherkopf, Schlacken . . . . . 1306.
19) Höhe nordwestlich des Weges von Auderath nach Filz; Grauwacke . . . . . 1416.
20) Tonnhügel, am Wege von Uelmen nach Affen; Basalt . . . . . 1449.
21) Uelmen, Maarspiegel . . . . . 1286.
22) Uelmen am Maar . . . . . 1309.
23) Uelmen, Wirthshaus, an der Brücke, 10 Fufs über dem Wasserspiegel . . . . . 1327.
24) Auf'm Schlag, neben der Antoniuskapelle, höchster Punkt des Weges über Uelmen . 1468.
25) Höchster Punkt des Kranzes um das Uelmer-Maar, auf der Ostseite, vulkan. Tuff . . . 1489.
26) Höhe des Weges von den Kelschhöfen (Köln. Höfe) nach Uelmen SO.-Seite der Weicherwiese, niedriger Punkt des Kranzes . . . 1417.
27) Höhe des Weges von Uelmen nach Uersfeld, Ostseite des Kranzes der Weicherwiese . 1441.

28) Jacobsberg, Nordseite der Weicherwiese, Grauwacke . . . . . 1690.
29) Horperatherköpfchen, Basalt . . . . . 1498.
30) Basaltkuppe. W. N. W. von Uefs . . . . 1729.
31) Mosbruch, am untersten Hause, Abflufs des Maares, Ursprung des Uesbach . . . . . 1489.
32) Mosbrucher-Maar. (Weicher) . . . . . 1520.
33) Mosbruch, Mühlenthür, 6 Fufs unter dem Maarspiegel . . . . . 1519.
34) Hohe Kelberg, Basalt; auf der Wasserscheide des Uesbach, Elzbach und Trierbach . . . 2070. 2266? 2078.
35) Basaltberg zwischen dem Hohe Kelberg und Beilstein, westlich von Bereborn . . . . 1715.
36) Beilstein, nordwestlich von Bereborn . . . 1813.
37) Basaltberg, östlich von Hünerbach nördlich von Kelberg nach Boos und des Trachytes auf dem Wassertheiler zwischen dem Elzbach und dem Nitzbach . . . . . 1889.
38) Basaltberg, zwischen dem vorhergehenden und Hünerbach . . . . . 1930.
39) Basaltberg, östlich der von Hünerbach nach Köttelbach gezogenen Linie, nördlich von Hohe Kellberg . . . . . 1759.
40) Tiefpunkt der Strafse von Kelberg nach Boos, Wassertheiler zwischen dem Elzbach und Nitzbach . . . . . 1671.
41) Elzbach, Quelle in der Biegung der Strafse von Kelberg nach Boos, 6 Fufs über derselben . . . . . 1692,7
42) Höhenpunkt der Strafse von Kelberg nach Boos, westlich von Boos, an einem verfallenen Kreuze . . . . . 1717,9
43) Uersfeld, Pfarrei . . . . . 1316.
44) Retterath . . . . . 1364.
45) Boos, vor dem Gasthof zur grünen Linde . 1449,3 1428.
46) Boos, Ausgang nach Kelberg . . . . . 1453.
47) Höhe westlich von Boos, nördlich der Strafse über der Sandgrube im Walde. Vulkanischer Tuff . . . . . 1740.
48) Spiegel des Weihers zwischen den Maaren von Boos . . . . . 1201.

49) Schnieberg, höchster Rand des Maares von Boos . . . . . 1701.
50) Höhe südlich der Strafse von Boos nach Mayen, bei dem Wege nach Nachtsheim . 1550.
51) Kreuz an der Strafse von Boos nach Mayen, Nachtsheim gegenüber . . . . . 1544,9
52) Heiligenhaus an der Strafse von Boos nach Mayen. an dem Weg nach Virneburg . . 1518,8
52) Wegweiser an der Strafse von Boos nach Mayen, nach Virneburg . . . . . 1527.
54) Südöstlicher Fufs des Hohen Bermel, am Wegweiser nach Bermel, Monreal, Urmersbach und Calenborn . . . . . 1517.
55) Hohe Bermel, Basalt . . . . . 1766.
56) Calenborn an der Brücke . . . . . 1339.
57) Hohpochten, östlicher Fufs, zwischen den Zuflüssen des Elz- und Endertbaches . . . 1642.
58) Hohpochten, Basalt . . . . . 1911.
59) Alte Schanze zwischen Hohpochten und Masburg über Eppenberg. Basaltstücke . . . 1749.
60) Laubach, westlich von Kaisersesch, oberer Eingang . . . . . 1532.
61) Martenthaler Höhe am Müllenbacher Wegweiser bei Kaisersesch . . . . . 1565.
62) Strafse zwischen dem Martenthale und Kaisersesch ½ Meilenstein (5½ Meile von Coblenz) 1507,4
63) Strafse zwischen Kaisersesch und Düngenheim, 5ter Meilenstein von Coblenz aus . . . . 1394,4
64) Düngenheim am Brunnen . . . . . 1382,7
65) Hohn (Berg) nördlich von Düngenheim . . 1604.
66) Kaisersesch am Bach (Pommerbach) . . . 1267.
67) Kaisersesch, Post, eine Treppe hoch . . . 1260.
68) Masburg, Kirche . . . . . 1501.
69) Masburger Kuhstiefel . . . . . 1754.
70) Wolfsburg, zwischen Kaisersesch und Müllenbach, Basalt . . . . . 1730.
71) Brodtknochen, höchster Punkt der Strafse von Boos nach Mayen am Kreuz; nordöstlich von Monreal 2 Fufs von der Strafse . . . . 1503,4
72) Ruhebank an der Strafse von Boos nach Mayen, am Kreuzwege von Monreal nach Cürrenberg . . . . . 1439,6
73) Strafse von Boos nach Mayen, 20 Ruthen westlich des Weges von Kehrig . . . . 1415,4

74) Mayener Steige nach Boos hin . . . . . 1430.
75) Geisbüschhof, Höhenpunkt der Strafse von Mayen nach Monreal . . . . . 1261.
76) Höhe des Weges von Mayen nach Monreal 1154.

*b*) Zwischen dem Elzbach und der Nette, östlich einer von Kehrig nach Mayen gezogenen Linie; das Maifeld.

77) Allenz, am Ausgange nach Mayen . . . 916.
78) Durchschnitt der Wege von Allenz nach Polch und von Collig nach Mayen . . . . . 1078.
79) Strafse von Kaisersesch nach Polch, vierter Meilenstein von Coblenz aus . . . . . 1018,7
80) Strafse von Kaisersesch nach Polch, Wegweiser nach Kehrig (3¼ Meilen von Coblenz) . . 1037,2
81) Polch, Pflaster vor dem Rathhause . . . 624,1
82) Polch, am Bache . . . . . 640.
83) Polch, Pflaster vor dem Gasthof zur Krone 623.
84) Höhe (Ober-Gein) südlich des Fufsweges von der Reifermühle nach Polch, Wassertheiler der Nette und des Polcher Baches 1103.
85) Durchschnitt der Strafse von Polch nach Mayen und von Kehrig nach Einig . . . 1127.
86) Durchschnitt der Strafse von Münstermaifeld nach Mayen und von Polch nach Kaisersesch { 1076. / 1073.
87) Kehrig, Ausgang nach Kaisersesch . . . 1064.
88) Kapelle am Kreuzwege von Polch, Mertloch, Naunheim bei den Cönzerhöfen . . . . 972.
89) Höhe zwischen Polch und Mertloch . . . 1070.
90) Naunheim, Eingang am Wegweiser nach Münster-Maifeld . . . . . 685.
91) Pollig an der Kapelle . . . . . 750.
92) Mertloch, Bach neben der Brücke am Wege nach Münster . . . . . 622.
93) Münster-Maifeld, Münsterplatz . . . . . 853.
94) Münster-Maifeld, Kirche . . . . . 855.
95) Münster-Maifeld, Gasthof von Kirn, 14 Fufs über der Strafse . . . . . 780.
96) Höhe zwischen Münster-Maifeld und Schlofs Elz bei Wierschem . . . . . 930.
97) Dreckenach, Bachsohle am obern Eingang des Dorfes . . . . . 359.
98) Dreckenach, Ausgang nach Gondorf . . . 379.

99) Strafse von Polch nach Coblenz, nahe der Kreisgrenze Mayen und Coblenz, zweiter Meilenstein von Coblenz . . . . . 955,9
100) 3 Tonnen, Kuppe an der Strafse von Coblenz nach Polch, 2 Meilen von Coblenz . . . 966.
101) Carmelenberg bei Bassenheim. Schlacken . 1178.
102) Strafse von Polch nach Coblenz, ½ Meilenstein, 1½ Meilen von Coblenz, bei dem Hause Eisenhand . . . . . 902,7
103) Strafse von Polch nach Coblenz, erster Meilenstein von Coblenz, nahe am Wege nach Wolken . . . . . 653,8
104) Strafse von Polch nach Coblenz, ¼ Meilenstein, ¾ Meilen von Coblenz, am Durchschnitt des Weges von Rübenach nach Winningen 552,4
105) Trennung der Strafse von Coblenz nach Polch und nach Mayen, im Moselthale . . . . 258,8
106) Metternich, Steige nach Polch hin . . . . 524.
107) Metternich, Steige nach Polch hin . . . . 546.
108) Strafse von Mayen nach Coblenz, Wegstein No. 55. . . . . 637,7
109) Strafse von Mayen nach Coblenz, Wegstein No. 36. . . . . 658,0
110) Strafse von Mayen nach Coblenz, Brustmauer der Strafsenbrücke zwischen Bassenheim und Rübenach . . . . . 546,8
111) Bassenheim, Mitte des Dorfes . . . . . 504.
112) Rübenach, Kirche . . . . . 503.
113) Bergrücken zwischen Rübenach und Bassenheim . . . . . 616.
114) Höhe des Berges zwischen Bassenheim und Ochtendung . . . . . 754.
115) Strafse von Mayen nach Coblenz, Rübenacher Höhe, Ruhebank . . . . . 357,5

*E.* Das Gebiet der Nette von dem Wassertheiler der Ahr und des Elzbaches in der Hochebene der Grauwacke abfallend gegen Osten, sich alsdann dem Quellengebiete des Brohlbaches anschliefsend, durch den den Laacher See umgebenden Kranz davon getrennt und in die Ebene des Rheinthales zwischen Weifsenthurm und Andernach abfallend. Vielfach mit Basaltkuppen bedeckt, Leucitophyre und grofse vulkanische Berge tragend, im östlichen Theile mit Bimsstein bedeckt. In dem obern Theile des Quellengebiets erhebt sich die Grauwacke in

der Hochebene von 1700 bis 2000 Fufs Höhe, in einzelnen Kuppen erreicht sie die ungewöhnliche Höhe von 2,300 Fufs. Die Basaltberge auf dem Wassertheiler sind die höchsten des ganzen Gebirges bis 2340 Fufs hoch.

1) Nürburg, Ruine, höchstes Gemäuer, westlich vom Thurm. Basalt; auf dem Wassertheiler zwischen den Zuflüssen des Adenauer Bachs und des Nitzbaches . . . . . 2126.
2) Nürburg, ebendaselbst . . . . . 2099.
3) Nürburg, ebendaselbst . . . . . 2132.
4) Nürburg, ebendaselbst . . . . . 2114.
5) Nürburg, Fufs des grofsen Burgthurms . . 2073. 2088.
6) Nürburg bei der Kapelle . . . . . 1945. 1960.
7) Nürburg, Kirche . . . . . 1858. 1873.
8) Magnetischer Basaltfelsen östlich der Nürburg 1974.
9) Nürburger Pastorat, auf einem schmalen die Wasserscheide bildenden Rücken . . . . 1879.
10) Der nördliche Fufs der ersten südlich von Nürburg gelegenen Basaltkuppe . . . . 1869.
11) Basaltberg zwischen dem Scharfenberg und Welcherath . . . . . 1883.
12) Basaltberg, höchster Punkt zwischen Müllenbach, Bruchhausen und Zermühlen . . . 1948.
13) Weg von Nürburg nach Dirneburg, Durchschnitt des Weges von Meuspath nach Döttingen . . . . . 1676.
14) Liebenbach, Kapelle . . . . . 1524.
15) Hohe Acht, Basalt, höchste Stelle an Delassaux Häuschen . . . . . 2296.
16) Hohe Acht . . . . . 2339.
17) Hohe Acht, Spitze über Delassaux Häuschen 2340.
18) Hohe Acht Fufs, auf der Ostseite, Basaltgrenze . . . . . 2103.
19) Kopf auf dem Wassertheiler zwischen Ahr und Nette, NW. von Lederbach. Grauwacke 2057.
20) Sattelpunkt des Wassertheilers zwischen Ahr und Nette am Wegweiser Adenau, Kelberg, Königsfeld, Kempenich . . . . . 1633.
21) Sattelpunkt des Wassertheilers zwischen Ahr und Nette, zwischen Lederbach und Kassel 1818.

22) Schauerberg, Heidekopf, 400 Ruthen südwestlich von Kassel . . . . . 2041.
23) Wüst-Leimbach . . . . . 1631.
24) Wanderath, Kirche . . . . . 1592.
25) Langenfeld, Kapelle am Wege nach Dirneburg 1799.
26) Sahrberg, hohe Bergkuppe, südlich von Langenfeld. Grauwacke . . . . . 2299.
(aufsergewöhnliche Höhe der Grauwacke, übertrifft das Hohe Venn)
27) Englerkopf (Engelnbusch), Leucitophyr . . 1792.
28) Kempenich, Wirthshaus von Bergweiler. Parterre 1362.
29) Kempenich an der Nette . . . . . 1381.
30) Kapelle am Wege von Laach nach Kempenich, Abgang des Weges nach Weibern . . . 1488.
31) Weg von Ettringen nach Bell, Wegweiser nach Kirchesch, Sattel zwischen Hohsimmer und Forstberg . . . . . 1294.
32) Wegweiser von Ettringen nach Bell und Rieden {1416. 1521.
33) Höhe zwischen Rieden und Weibern . . . 1625.
34) Höchster Punkt des Weges auf dem Landgraben von Bell nach Rieden . . . . . {1688. 1663. 1649.
35) Gänsehals bei Bell . . . . . {1763. 1773. 1747.
36) Höhe des Weges von Engen nach Laach, Kreuz des Weges von Wehr nach Rieden . . . 1525.
37) Höhe des Weges von Engen nach Bell . . . 1225.
38) Rieden an der Hofthür des westlichsten Hauses 1188.
39) Burgberg zwischen Rieden und Bell, Leucitophyr . . . . . 1541.
40) Bell, oberer Eingang . . . . . 1154.
41) Höhe südlich von Rieden nach der Nette hin 1501.
42) Hochebene bei Langenbahn. Grauwacke . 1253.
43) Sattelpunkt zwischen dem Rotheberg und Gänsehals, Weg von Bell nach Engeln . . {1296. 1322.
44) Rotheberg . . . . . 1571.
45) Ettringen neben der Kirche . . . . . 1221.
46) Ettringer Mühlsteingrube . . . . . 1132.
47) Heiligenhaus bei Ettringen . . . . . 1209.

| | |
|---|---|
| 48) Ettringer Bellerberg | 1353. 1288. |
| 49) Cottenheimer Boden | 1287. |
| 50) Sensenkopf im Mayener Walde | 1640. |
| 51) St. Johann, Weg nach Mayen an der Kirche | 1116. |
| 52) Hochsimmer, höchster Punkt des Kraterrandes | 1831. 1823. |
| 53) Forstberg, zwischen Ettringen und Bell | 1842. |
| 54) Sulzbusch, nördlich von Hochsimmer | 1859. |
| 55) Strafse von Mayen nach Coblenz, Ruhebank auf der Hausener Höhe | 865,7 |
| 56) Strafse von Mayen nach Coblenz, Durchschnitt des Weges von Trimbs nach Thür | 774. |
| 57) Strafse von Mayen nach Coblenz, Ruhebank auf der Coblenzer Höhe | 804,5 |
| 58) Strafse von Mayen nach Coblenz, Ruhebank auf dem Wolfsthal | 709,2 |
| 59) Wolbersthal, Höhe der Steige, zwischen Mayen und Ochtendung | 706. |
| 60) Cottenheim, Ausgang nach Hausen | 617. |
| 61) Höhe zwischen Cottenheim und Hausen | 742. |
| 62) Unterste Mühlsteingrube an Seekante | 896. |
| 63) Höhe des Rückens zwischen Cottenheim und Niedermendig | 882. |
| 64) Niedermendig, Kirche | 687. |
| 65) Niedermendig, Garten bei Ackermannshaus | 703. |
| 66) Niedermendig, Wirthshaus von Müller | 675. |
| 67) Niedermendig, Ausgang nach Andernach | 652. |
| 68) Niedermendig, Mühlgraben | 636,9 |
| 69) Einfahrt der dritten Brewersley (Niedermendiger Mühlsteingrube) | 731,3 |
| 70) Einfahrt der Olligschläger's Grube | 796,9 |
| 71) Kapelle zwischen Niedermendig und Thür | 813. |
| 72) Fufs des Nickenicher Weinberges | 554. |
| 73) Nickenicher Weinberg, Spitze | 706. |
| 74) Burgerheide, Hochebene zwischen Nickenich, Miesenheim und Weifsenthurm | 619. |
| 75) Hintere Katzberg bei Betzing, Grauwacke | 956. |
| 76) Burgberg bei Trimbs | 896. |
| 77) Plaidter Hummerich | 930. 888. |
| 78) Plaidter Trafsgruben | 318. |
| 79) Kruster Hummerich | 923. |

80) Sattel zwischen dem Plaidter und Kruster Hummerich, Wassertheiler zwischen Nette und Kruster Bach . . . . . 620.
81) Tönchesberg . . . . . 796.
82) Reifenacker . . . . . 696.
83) Wernerseck, Schlofsruine, äufserste Spitze . 522.
84) Ochtendung vor Kät's Hause 4 Fufs über dem Strafsenpflaster . . . . . 604,8
85) Ochtendung oberer Eingang . . . . . 589.
86) Höhe vor Ochtendung nach Plaidt . . . . 617.
87) Zwischen Michelsberg und Rothenberg, am Fufse des Einschnittes . . . . . 694.
88) Michelsberg, Spitze . . . . . 882.
89) Sattel zwischen den Ochtendungerköpfen . 678.
90) Tiefster Punkt des Weges von Ochtendung nach Saffig . . . . . 638.
91) Höhe des Weges von Ochtendung nach Saffig zwischen dem Langenberg und Wannen 811.
92) Hohe Wannenkopf, Spitze . . . . . 902.

*F.* Das Gebiet des Brohl und Dinxthaches von dem Wassertheiler gegen die Aar nach dem Rheine hin abfallend von Andernach bis Nieder-Breisich. Die Umgebung des Laacher See's fällt gegen Süd-Ost in die Ebene von Nickenich und Krust, der eine Höhe von 600 bis 700 Fufs zukommt. Einzelne Basalt- und Leucitophyrberge erheben sich über die Grauwacke. In den Umgebungen des Laacher See's treten viele Vulkane auf und die mächtige Bimssteinbedeckung verbreitet sich bis Fornich an den Rhein und überschreitet denselben hier. Der Rhein fällt von Andernach bis Nieder-Breisich von 170 bis 160 Fufs.

*a*) Umgebung des Laacher-See.

1) Weg von Andernach nach Niedermendig, Fufsplatte des Kreuzes nebem dem Wegweiser nach Kruft . . . . . 227,7
2) Weg von Andernach nach Niedermendig auf dem Kirchberge, Wegweiser nach Eich . 458,7
3) Weg von Andernach nach Niedermendig, Sokkel von Koch's Kreuz, südlich von Eich . . 583,4
4) Eich unterer Eingang des Dorfes . . . . 614.
5) Weg von Andernach nach Niedermendig, Sohle des abgebrochenen Kreuzes, am Wege nach Nickenich . . . . . 627,6

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6) | Weg von Andernach nach Niedermendig, Sohle des langen Kreuzes am Wege von Nickenich nach Kretz . . . . . | | 568,7 |
| 7) | Weg von Andernach nach Niedermendig, Sohle des Kreuzes am Wege von Krust nach dem Krusterwalde . . . . . | | 638,0 |
| 8) | Weg von Nickenich nach Niedermendig am Eingange zum Krusterofen . . . . . | | 684. |
| 9) | Wasserspiegel der Tränke im Walde in der Nähe des Kruster-Ofen . . . . . | | 773,1 |
| 10) | Tiefster Punkt des Kessels vom Kruster-Ofen | | 812,2 |
| 11) | Tiefster Punkt in der unteren Höhle des Kruster-Ofen . . . . . | | 1191,3 |
| 12) | Tiefster Punkt in der obern Höhle des Kruster-Ofen . . . . . | | 1207,5 |
| 13) | Kruster-Ofen, Spitze. . . . . | 1484.<br>1402. | 619.<br>537. |
| 14) | Sohle des Laachgrabens unter der Laachbrücke, nahe bei den Niedermendiger Mühlsteingruben . . | 688,2 | |
| 15) | Sohle des neuen Abflufsstolln für den Laacher-See am Mundloche | 841,6 | |
| 16) | Sockel des Kreuzes westlich vom Wege von Niedermendig nach Laach | 990,7 | 125. |
| 17) | Wasserspiegel des Laacher-See (Decbr. 1844) . . . . . (über dem Nullpunkt des Pegels zu Andernach 705,8) | 864,9. | |
| 18) | Wasserspiegel des Laacher-See | 882.<br>888. | |
| 19) | Kloster Laach, Wirthshausgarten, etwa 10 Fufs über dem Seespiegel | 868. | über dem Seespiegel |
| 20) | Höchster Punkt des Weges von Glees nach dem Laacher-See am Veitskopf . . . . . | 998. | 133. |
| 21) | Bandberg zunächst dem Veitskopf | 1169. | 304. |
| 22) | Veitskopf . . . . . | 1288. | 423. |
| 23) | Höchster Punkt des Fahrweges von Wassenach nach dem Laacher-See, Tiefpunkt im Kranze . . . . | 1057.<br>1051. | 192.<br>186. |
| 24) | Bandberg, Kloster Laach gegenüber nach Wassenach hin . . . . . | 1365. | 500. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25) | Quelle im Seitenthale des Laacher See's nach Wassenach hin . . | 1048. | 183. |
| 26) | Höhe des Weges von Wassenach nach Nickenich . . . . . | 1143. | 278. |
| 27) | Höhe des Randes auf dem Wege von Laach nach dem Kruster-Ofen | 1315. | 450. |
| 28) | Rand am Stolln, niedrigster Punkt | 964. | 99. |
| 29) | Rand zwischen den Korbüschen und den Dellen, Tiefpunkt . . . . | 929. | 64. |
| 30) | Tellberg, Spitze . . . . . | 1247. | 382. |
| 31) | Höchster Ducksteinberg neben dem Tellberge (Dellen?) . . . . | 1063. | 198. |
| 32) | Durchschnitt der Wege von Laach nach Engeln und von Bell nach Wehr . . . . . | 1225. | 360. |
| 33) | Höhe des Kranzes auf dem Wege von Laach nach Wehr, Sattelpunkt zwischen dem Rotheberg und Laacherkopf . . . . . | 1179 | 314. |
| 34) | Laacherkopf, Spitze (Laacherköpfchen) . . . . . | 1414. | 549. |
| 35) | Nickenicher Sattel, südwestliche höchste Spitze . . . . . | 1273. | |
| 36) | Nastberg bei Eich . . . . . | 949. | |
| 37) | Höhenpunkt des Weges von Eich nach Wassenach, westlich vom Nastberge . . . . . | 917. | |
| 38) | Höhe über Eich nach dem Pünterhofe hin . . . . . | 1014. | |

*b)* Gebiet des Brohlbaches und des Vinxtbaches.

| | | |
|---|---|---|
| 39) | Bergkopf westlich von Schellborn auf dem Wassertheiler zwischen Aar und Brohlbach, Grauwacke . . . . . | 1810. |
| 40) | Schilköpfchen . . . . . | 1613. |
| 41) | Sattel zwischen dem Schilköpfchen und Schilkopf . . . . . | 1442. |
| 42) | Schilkopf über Brenk, Leucitophyr . . . . | 1539. |
| 43) | Schörchen, Schlacken . . . . . | 1685. |
| 43*a*) | Hannebacher Ley, südwestlich von Perlenkopf, Mühlsteinlava . . . . . | 1679. |
| 43*b*) | Perlenkopf, Leucitophyr, 2. Beob. . . . | 1800. |
| 43*c*) | Rösche des verbrochenen Stolln der auflässigen Braunkohlengrube bei Wohlschied . . | 1270. |

44) Bergkopf nördlich von Perlenkopf, westlich von Oberdürrenbach, Grauwacke (der Wassertheiler zwischen Aar und Brohlbach ist höher) . . . . . 1606.
45) Steinberg bei Oberdürrenbach, Basalt . . 1298.
45a) Olbrück, Ruine, 2. Beob. . . . . 1456.
45b) Hain, oberstes Haus am Wege nach der Ruine Olbrück . . . . . 1157.
46) Steineichkopf, östlich des Weges von Dedenbach nach Schalkenbach. Basaltgang . 978.
47) Stocks oder Stockssteinbusch, derselbe Basaltgang, höchster Punkt . . . . . 1241.
48) Auf dem Anderthale, Kreuz auf der Wasserscheide zwischen Aar und Vinxtbach, zwischen Aarweiler und Königsfeld . . . . . 1183.
49) Roddermaar bei Ober-Rodder (ein Teich) Grauwacke . . . . . 644.
50) Bausenberg, Mitte des Kraterrandes, Schlakken, 2. Beob. . . . . 1030. 922.
51) Fuss des Bausenberg, am Wege von Gönnersdorf nach Nieder-Zissen . 789.
52) Fuss des Bausenberg, Ursprung des Lavastroms 542.
53) Lavastrom unfern des Weges von Nieder-Zissen nach Wolfdorf . . . . . 567.
54) Gönnersdorf dicht ober der Kirche, unter dem Lavastrom . . . . . 415
54a) Gönnersdorf unterstes Haus, Vinxtbach . 347.
55) Scheiderwald, Hochebene zwischen Bausenberg und Herchenberg . . . . . 676.
56) Herchenberg . . . . . 1044. 1033.
57) Hochebne unfern des alten Almersbacher Hofes zwischen Nieder-Zissen und Buchholz . 800.
58) Weg von Wehr nach Glees, am Durchschnitt des Weges von Nieder-Zissen nach Bell 1024
59) Tiefster Punkt am Wege von Wehr nach Glees, nordöstlich von Wehr, wo der Weg nach den Mühlen abgeht . . . . . 916.
60) Trennung des Weges von Wassenach nach Tönnisstein und nach Burgbrohl am Kunkskopfchen . . . . . 824.
61) Kunkskopf . . . . . 1041.
62) Lummerfeld, höchster Rundpunkt . . 874.

63) Kunksbaden . . . . . 765.
64) Hochebene nördlich von Kell nach Schweppenburg . . . . . 799.
65) Weg von Kell nach Laach, etwas nördlich des Weges von Andernach nach Wassenach 1001.
66) Trennung des Weges von Andernach nach Wassenach und nach Kell . . . . . 855.
67) Beim Pünterhof, Kreuz der Wege Andernach Kell und Fornich-Nickenich . . . . . 931.
68) Geishügelhof . . . . . 930.
69) Heidenhof . . . . . 953.
70) Alkerhof . . . . . {702. {683.
71) Fornicherkopf (Wassenburgerkopf, Waghübel, Warshübel) Schlacken . . . . . {982. {973.
72) Höhe des Weges von Brohl nach Nieder-Lützingen. Vulkanischer Tuff . . . . . 816.
73) Desgleichen, Steinbruch . . . . . 832.
74) Leilenkopf (Lützinger Berg) . . . . . {824. {856.
75) Höhe des Weges von Nieder- nach Oberlützingen . . . . . 830.
76) Steinberg, Basalt . . . . . 895.

*G.* Gebiet der Aar, reichend an die Regierungsbezirke Trier und Cöln, in denen ein Theil der westlichen und nördlichen Zuflüsse der Aar liegt, begränzt durch die zum Moselgebiete gehörenden Abfälle nach dem Uesbach und Elzbach, durch die Gebiete der Nette, des Brohl und Vinxtbaches. Die Hochebene der Grauwacke, in der der Flufs mit allen seinen Bächen eingeschnitten ist, verflächt sich nach dem Rhein. Von Altenahr abwärts empfängt die Aar nur noch kurze Zuflüsse, besonders von der Nordseite her, wo die Quelle des Schwistbaches unmittelbar von dem Rande der Aar nach der Erft gegen Nord abfliefsen. Einzelne Basaltkegel erheben sich über das Grauwackengebirge, einige Trachytberge liegen in dem südlichen Gebiete. Der Wassertheiler gegen Elzbach, Nitzbach, Nette, ist sehr hoch und auf demselben liegen die höchsten Basaltberge im ganzen Gebirge. Der Rhein fällt von Nieder-Breisich bis Rolandseck von 160 bis 150 Fufs.

48) Reifemichnick, Heidekopf nördlich von Frohnrath . . . . . 1734.
49) Auf dem Teue, Heidekopf nördlich von Frohnrath . . . . . 1715.
50) Weg von Staffel nach Rech, Kreuz 1815 . 1278.
51) Kassel Haus No. 12 an einem steinernen Kreuz 1678.
52) Höhnerberg zwischen Kassel und Oberhakkenbach . . . . . 1892.
53) Düsselberg, Heidekopf, 300 Ruthen südlich von Blasweiler . . . . . 1852.
54) Blasweiler . . . . . 1401.
55) Weg von Blasweiler-Mühle nach Aarweiler, Kreuz- und Grenzstein mit *W* und *H* bezeichnet . . . . . 1171.
56) Königsfelder Forst, 700 Ruthen von Aarweiler . . . . . 995.
57) Saffenburg, Ruine, Spitze, Maischofs gegenüber . . . . . 794.

b) Linke Seite der Ahr.

58) Ahremberg, Ruine, Eingang des Schlofshofes, höchste Stelle; Basalt . . . . . 1921. 1941. 1929.
59) Ahremberg, Wohnung des Oberförsters, Fuß des Basaltberges . . . . . 1735 1745.
60) Ahremberg, Kirche . . . . . 1707.
61) Weg von Dorsel nach Ahremberg, District Bungert an dem Hunertbach . . . . . 1239.
62) Dorsel bei Paul Juchem, Haus No. 52. . 1225.
63) Wershofen . . . . . 1416.
64) Lind . . . . . 1475.
65) Linderkopf nahe bei Lind . . . . . 1552.
66) Höhe NW. von Lind zwischen Ahr und Sahrbach . . . . . 1500
67) Hörnigskopf nahe bei Hörnig (Hürnig) . 1445
68) Hochthürmen bei Kirchsahr, Basalt . . 1562
69) Hasenberg bei Krehlingen, Basalt . . 1492.
70) Kotzhardt am rechten Ufer des Sahrbach, oberhalb Kreutzberg, Basalt . . . 1196.
71) Bei Calenhorn, Wegweiser nach Altenahr, Ahrweiler, Bonn . . . . . 1080

72) Rücken zwischen Calenborn und Gr. Altendorf (nicht ganz die gröfste Höhe des Wassertheilers) . . . . . 1083.
73) Altenahr, Burgruine, höchste Spitze . . . 838.
74) Dernauer Steige, Höhe des Fahrweges Altenahr . . . . . 790.
75) Höhe des Weges von Ahrweiler nach Böhlingen . . . . . 715.
76) Windmühle zwischen Böhlingen und Fritzdorf, höchster Punkt zwischen Ahr, Schwistbach und Gudenauer Bach . . . . . 772.
77) Landskrone bei Heppingen, Ruine, höchster Punkt, Basalt . . . . . 856.
78) Scheidsburg über Kirchdaun, Basalt . . . 895.
79) Dungberg (Tungberg) zwischen Unkelbach und Calmuth, Basalt . . . . . 728.
80) Birgelerkopf, am Fufse im Rheinthal liegen die Unkeler Steinbrüche, Basalt . . . . 531.
81) Rücken bei Birgel zwischen dem Rhein und dem Thale von Bandorf, tiefster Punkt . . 398.
82) Himperich, westlich von Oberwinter, Basalt 721.
83) Heldenköpfchen dicht über der Rheinstrafse unterhalb Oberwinter, Basalt . . . . . 503.
84) Rolandseck, Ruine . . . . . 472.

*II.* Gebiet des Wiedbach's reichend an den Regierungs-Bezirk Cöln, an das Herzogthum Nassau und an das Gebiet der Sieg. Hochebene der Grauwacke einschliefsend den Rhein auf der rechten Seite an der Nassauischen Grenze bis zu dem Regierungs-Bezirk Cöln. Zwischen Coblenz und Andernach dehnt sich auf der rechten Rheinseite das Neuwieder-Becken aus, welches der gegenüberliegenden Ebene von Nickenich und Kruft entspricht und mit derselben die höhe Bimssteinbedeckung theilt. Zwischen Linz und Neuwied befindet sich nur ein schmaler 1 Meile breiter Rücken von etwa 1100 Fufs Höhe zwischen dem Rhein und dem Wiedbach, so dafs also hier nach dem Rheine nur ganz kurze Schluchten ablaufen.

Die Hochebene der Grauwacke ist mit einzelnen Basaltköpfen besetzt.

Der Rhein fällt von Coblenz bis zur Grenze des Regierungs-Bezirks Cöln bei Rheinbreitbach von 190 Fufs bis 150 Fufs, und bildet die Grundlinie der Hochebene, welche bis zu 1200 Fufs ansteigt.

c) Linke Seite des Wiedbachs bis zur Nassauischen Grenze.

| | | |
|---|---|---|
| 1) | Bergrücken vor Weitersburg, zunächst dem Rheine | 516. |
| 2) | Haus Besselich, Hofplatz | 336 |
| 3) | Elling, Berghohe oberhalb Mallendar | 566. |
| 4) | Mullenbacher Hohe, alte Strafse von Ehrenbreitstein nach Ems | 958. |
| 5) | Hohe des Weges zwischen Fachbach und Arzheim | 1028. |
| 6) | Strafse von Bendorf nach Altenkirchen, Hohenpunkt zwischen Isenburg und Dierdorf | 1063,9 |
| 7) | Strafse von Bendorf nach Altenkirchen, Steimel, C. H. Mullensiefens Gartenmauer | 1010,1 |
| 8) | Strafse von Bendorf nach Altenkirchen, Hohenpunkt zwischen Rodenbach und Oberwambach | 1059,9 |
| 9) | Strafse von Bendorf nach Altenkirchen, Hohenpunkt zwischen Oberwambach und Amteroth | 1029,2 |
| 10) | Strafse von Bendorf nach Altenkirchen, Mitte der Frankfurther Strafse, Einschnitt des Weges von Amteroth | 900,8 |
| 11) | Nordlich von Bendorf an dem Wege nach Jahrsfeld, höchster Punkt des Bimssteins | 1052 |
| 12) | Strafse von Neuwied nach Dierdorf, Hohe zwischen Gladbach und Oberbieber | 584. |
| 13) | Hochebene sudlich vor Altech, Abgang des Weges nach Gladbach | 649. |
| 14) | Altech, Höhenpunkt der Strafse von Neuwied nach Dierdorf | 1058 |
| 15) | Dierdorfer Galgen, Hohe der Hochebene | 904. |
| 16) | Wallrother Hohe, Halde der Grube Georg | 1259. |
| 17) | Stollnlichtloch der Grube Georg, Hangebank | 1137. |
| 18) | Horhausen, unweit der Kirche | 1124. |

b) Rechte Seite des Wiedbach, bis zur Grenze des Regierungs-Bezirks Coln und bis zum Siegesthurm.

| | | |
|---|---|---|
| 19) | Strafse von Altenkirchen nach Wissen, Hohenpunkt zwischen Wiedbach, Nister | 988,4 |
| 20) | Hochebene zwischen Orlich und Rodenbach | 941 |
| 21) | Jagerhaus auf dem Wege von Rodenbach nach Monrepos | 636. |

22) Wollendorf, dicht oben am Dorfe, Fufs des Plateau . . . . . 385.
23) Hof Windhausen, oberhalb Leutesdorf . . 639.
24) Hüllenberg, dicht oben am Dorfe, Anfang der Hochebene . . . . . 637.
25) Monrepos . . . . . 1008.
26) Höhe der Hochebene bei den Tannen über Hüllenberg . . . . . 1071.
27) Hof Wiedsche Hähne, südlicher Fufs des Mahlberg . . . . . 1119.
28) Mahlberg; Basalt . . . . . 1209.
29) Hängebank des Schachtes der Eisensteinsgrube Grittchensseiffen, am Katzenberg bei Waldbreitbach . . . . . 904.
30) Rheidebruch, kleine Kuppe, Grauwacke . . 939.
31) Rothes Kreutz bei dem Wegweiser Hesseln, Ginsterhahn, Leubsdorf, Hönningen, Hochebene . . . . . 1094.
32) Ginsterhahn, Basalt . . . . . 1190.
33) Höchster Punkt der Strafse von Linz nach Neustadt bei Noll, Fufs des Hummelsberg . 1075.
34) Kapelle im Hargarten, am östlichen Fufs des Hummelsberg . . . . . 1100.
35) Hummelsberg am Kreuz, Basalt . . . . 1345.
36) Orsberg, Braunkohlengebirge . . . . . 487.
37) Casbach am Fufswege von Ockenfels nach Bruchhausen . . . . . 407.
38) Bruchhausen nördlich vom Dorfe, wo der Weg nach dem Minderberge abgeht . . . 590.
39) Braunkohlengrube Stöfschen, Schacht D. . . 1055.
40) Höhe des Braunkohlengebirges auf der Grube Stöfschen, am südöstlichen Fufse des Minderbergs . . . . . 1012.
41) Fufs des Minderberges auf der Südseite, Grauwacke . . . . . 1049.
42) Minderberg, Basalt . . . . . {1340. 1322.
43) Düstemich (Mehrberg) mit dem Minderberg zusammenhängend, Basalt . . . . . 1363.
44) Düsberg, Basalt . . . . . 1468.
45) Fufs des Asberg auf der Südostseite, Hochebene . . . . . 1099.

*I.* Gebiet der Sieg, anschliefsend an das Gebiet der Wiedbach, nur zum kleinen mittleren Theile dem Re-

gierungs-Bezirk Coblenz angehörend, anstofsend an das Herzogthum Nassau, den Regierungs-Bezirk Arnsberg der Provinz Westphalen und den Regierungs-Bezirk Cöln. Das Sieg-Gebiet besteht in den unteren Gegenden aus Hochebenen, in den obern in höhern 1400 bis 1650 Fufs hohen Rücken und Kuppen, die durch breitere Thäler von einander abgesondert sind, und zeichnet sich dadurch von den Formen in den übrigen Theilen des Grauwackengebirges aus, nimmt dadurch mehr den Charakter der Gebirgslandschaft an, als es bei den eng in der einförmigen Hochebene eingeschnittenen Thälern der Fall ist. Basaltköpfe treten vereinzelt hervor, in dem südwestlichsten Theile nähert sich diesem Terrain-Abschnitt die Basaltmasse des Westerwaldes, keiner dieser Basaltpunkte erreicht eine Höhe von 1700 Fufs.

Die Sieg fällt von der Grenze des Regierungs-Bezirks Arnsberg von 680 Fufs bis zur Grenze des Regierungs-Bezirks Cöln auf 460 Fufs.

*a*) Linke Seite der Sieg.

| | | |
|---|---|---|
| 1) | Signalstein auf der Emmelshard . . . . | 1437,3 |
| 2) | Signalstein der Hachenburger Höhe . . . | 1357,2 |
| 3) | Grenzstein zwischen Herdorf und Biersdorf | 1308,2 |
| 4) | Grenzstein von Basalt am westlichen Hange der Emmelshaard . . . . . | 1349,4 |
| 5) | Spitze einer auf dem Füfseberger Zuge hervorragenden Quarzmasse . . . . . | 1203,0 |
| 6) | Pfahl am Anfange des Obersten Florz . . | 1396,9 |
| 7) | Einigkeit-Stolln, Sohle am Mundloche . . | 1235,0 |
| 8) | Hängebank des Neue Hoffnung Tageschachtes am Steinkopf . . . . . | 1382,8 |
| 9) | Röschensohle, Oberstolln, Neue Hoffnung am Steinkopf . . . . . | 1349,0 |
| 10) | Signalstein am Falkenberge bei Schutzbach | 1456,9 |
| 11) | Hängebank des Schachtes von Grüne Aue | 1394,1 |
| 12) | Pfahl unterm Wege auf einer Schurfhalde über dem Schachte der Grünen Aue . . . . | 1419,6 |
| 13) | Pfahl im Elkenrother-Hauberge . . . . . | 1300,6 |
| 14) | Grenzstein neben einer Schurfpinge auf dem Steimel bei Kausen . . . . . | 1494,2 |
| 15) | Fundgrubenstein beim Schachte von Kaiser-Steimel . . . . . | 1464,1 |
| 16) | Röschenmundloch für die Aufschlagewasser der unterirdischen Kunst auf Kaiser-Steimel . | 1404,0 |

17) Signalstein auf dem Hafslich . . . . . 1595,6
18) Alter Grenzstein am nordwestlichen Fufse des Hafslich bei der alten Erzwäsche . . 1474,8
19) Höhe (Westerwald) zwischen Nieder-Dreisbach und Elkenroth . . . . . 1568,6
20) Waldgrenze am Wege von Nieder-Dreisbach nach Elkenroth . . . . . 1549,1
21) Grenzstein im Struthwalde . . . . . 1371,7
22) Wegweiser über Nieder-Dreisbach . . . 1339,7
23) Hoch-Seelbachskopf, südöstliches Ende, auf dem Signalstein, Basalt . . . . . 1664,1
24) Hoch Seelbachskopf, die westliche Kante . 1611,5
25) Hoch-Seelbachskopf, Pfahl vor dem Steinbruche . . . . . 1553,6
26) Mahlscheiderkopf, Signalstein No. 1, Basalt . 1603,0
27) Pfahl am südlichen Fufse des Mahlscheiderkopf 1487,2
28) Grenzstein von Basalt am Wege von Struthhütte nach Daaden auf der Mahlscheid . . 1462,2
29) Pfahl auf der gröfseren Halde neben der Pinge auf dem Mahlscheider Hauptgange . 1404,2
30) Pfahl auf dem Gebirgspasse an der Mahlscheid 1288,7
31) Gebhardshain, Oberförsterei . . . . . 1195.
32) Windhahn Signalstein, am südlichen Abhange nach der Heller . . . . . 1622,6
33) Windhahner-Pingen, am nördlichen Abhange, wo das erste Signal gestanden . . . . 1636,5
34) Hängebank des Alt-Hollerter Förderschachtes 1540,6
35) Alter Hollerter Schacht, am Rande des Einsturzes . . . . . 1521,8
36) Hängebank des alten Schachtes auf Pferdesall 1298,3
37) Hängebank des Junge Euler Schachtes . . 1358,0
38) Spülbütter Schachtgeviere . . . . . 1460,9
39) Druidenstein, Basalt . . . . . 1444,5
40) Neuenwald-Entenweier-Schacht . . . . 1496,5
41) Blecheicher-Zeche . . . . . 1451,5
42) Dorotheer-Schacht . . . . . 1442,0
43) Specht, obere Halde . . . . . 1460,7
44) Eichert, Kataster Netzpunkt No. 66 über der Heinrichs-Hoffnung . . . . . 1207,2
45) Das Höchste, Bergrücken nordöstlich von Windhahn, Kataster Netzpunkt auf Landgrube 1471,7
46) Wasserquelle, Pingenzug . . . . . 1464,2
47) Kaulenwald neben der grofsen Pinge auf dem Rücken . . . . . 1458,9

48) Breimehl-Zeche, Kataster-Netzpunkt an der Schustert-Ley . . . . . 1451,2
49) Reuter-Zeche, Signal-Eiche . . . . . 1204,5
50) Grofse Ley, Felsen . . . . . 1154,9
51) Birkerley, höchste Spitze . . . . . 1185,0

b) Rechte Seite der Sieg.

52) Strafse von Kirchen nach Olpe, Oberasdorf, Grenze des Regierungsbezirks Coblenz und Arnsberg . . . . . 818,4
53) Knorrenberg, Signalstein . . . . . 1403,5
54) Rother Pinge am Knorrenberg . . . . . 1306,6
55) Alter Knorrenberg, Hängebank des Schachtes 1170,4
56) Rücken des Knorrenberg über der Zeche Knorrenberg . . . . . 1297,5
57) Giebelwald Signalstein, etwa 12,9 Fufs unter dem Scheitel der danach 1658,5 Fufs sein würde . . . . . 1645,6
58) Alter Grenzstein (Basaltsäule) am Fischbacher Wege auf dem Giebelwald . . . . . 1562,4
59) Wegweiser am Fischbacher Wege, neben dem Schachte . . . . . 1604,7
60) Kälberhardt, höchster Punkt . . . . . 1532,3
61) Birken bei Friesenhagen, Kirche . . . . . 910.
62) Schützenkamp in der Gemeinde Birken bei Friesenhagen . . . . . 668.
63) Friesenhagen, Kirche . . . . . 842.
64) Hochhäuschen bei Friesenhagen . . . . . 684.
65) Kalter Eichberg in der Gemeinde Höhen bei Friesenhagen . . . . . 1021.
66) Ohlenspiegel bei Friesenhagen, Kirche . . 1200.

## II. Tiefpunkte in den Thälern der Flüsse, Bäche, in den Schluchten.

*A.* Der Rhein-Lauf durchschneidet von der Mündung der Nahe, der Grenze mit Hessen-Darmstadt, bis zur Grenze des Regierungsbezirks Cöln das Grauwackengebirge in einem engen Thale, mit Ausschlufs der Strecke von Coblenz bis Andernach, wo derselbe in einem niedrigen nur allmälig ansteigenden Becken liegt.

1) Einfluss der Nahe in den Rhein, bei einem Pegelstande von 8,76 Fufs zu Bacharach . 240,7
2) Nullpunkt des Pegels unterhalb Bingerbrück 232,0

3) Der Rödelstein, ein Felsblock am Ufer, unterhalb Trechtinghausen . . . . . 232,1
4) Nullpunkt des Pegels zu Nieder-Heimbach . 216,6
5) Desgleichen zu Bacharach . . . . . 211,3
6) Desgleichen zu Oberwesel . . . . . 202,7
7) Desgleichen zu St. Goar . . . . . 196,6
8) Nullpunkt des neugesetzten Pegels zu Boppard 189,8
9) Desgleichen zu Kapellen . . . . . 182,4
10) Nullpunkt des Pegels zu Coblenz . . . . 178,06
11) Nullpunkt des neugesetzten Pegels zu Urmitz 165,9
12) Nullpunkt des Pegels zu Neuwied . . . . 161,6
13) Nullpunkt des Pegels am Krahnen zu Andernach . . . . . 159,1
14) Nullpunkt des neugesetzten Pegels oberhalb Fornich . . . . . 155,1
15) Nullpunkt des neugesetzten Pegels zu Rheineck 153,1
16) Nullpunkt des Pegels zu Linz . . . . . 148,2
17) Nullpunkt des Pegels zu Oberwinter, der Kirche gegenüber . . . . . 141,1

*B.* Die Nahe durchschneidet von der Grenze mit dem Fürstenthum Birkenfeld bis zum Einflufs in den Rhein das Steinkohlengebirge mit den darin auftretenden Porphyren und Melaphyren und schneidet nur unmittelbar vor der Mündung durch das Grauwackengebirge.

1) Einflufs der Nahe in den Rhein bei einem Pegelstande von 8,76 Fufs zu Bacharach . . 240,7
2) Kreutznach, Kiskys Werth . . . . . 277.
3) Kreutznach, Hohe Strafse . . . . . 369.
4) Nahe bei Münster am Stein . . . . . 380.
5) Sobernheim Markt . . . . . 470.
6) Kirn vor dem Posthause . . . . . 555.

*C.* Die Mosel durchschneidet von der Gränze mit dem Regierungsbezirk Trier bis zum Einflufs in den Rhein das Grauwackengebirge, im untern Laufe tritt eine wesentliche Erniedrigung des linken Gehänge ein, welche mit dem Bekken zusammenhängt, in dem der Rhein unterhalb Coblenz fliefst.

1) Nullpunkt des Pegels zu Traben . . . . 296,4
2) - - - unterhalb Eller . . . 280,6
3) - - - zu Zell . . . . . 280,4
4) - - - an der Senheimer Ley 265,7
5) - - - zu Cochem . . . . 241,0

6) Nullpunkt des Pegels unterhalb Carden . 241,6
7) - - - zu Gondorf . . . . 202,6
8) - - - zu Coblenz am Rhein 179,6

Gleichzeitige Wasserstände an der Mosel vom 14. Janu 1834

bei einer Pegelhube zu Trarbach 5,37 Par. Fuß
Zell 7,41 - -
Cochem 8,94 - -
Coblenz 13,68 - -

| | | |
|---|---|---|
| 9) | zu Trarbach . . | 304,5 |
| 10) | zu Trarbach . . . | 304,5 |
| 11) | zu Berl . . . . | 295,6 |
| 12) | zu Punderich . . . | 291,9 |
| 13) | zu Bruttel . . . | 288,4 |
| 14) | zu Krimpt . | 285,2 |
| 15) | zu Zell . . . . . | 287,5 |
| 16) | zu Merl . . . . | 286,0 |
| 17) | zu Senheiz . . . | 265,7 |
| 18) | zu Mesenich . . . | 264,3 |
| 19) | zu Brieden | 261,1 |
| 20) | zu Ellenz . . . . . | 259,7 |
| 21) | zu Brutig . . . . . | 256,5 |
| 22) | zu Nieder Ernst | 253,2 |
| 23) | zu Seel . . . | 250,1 |
| 24) | zu Cochem . . . | 249,9 |
| 25) | zu Pommern | 241,3 |
| 26) | zu Treis | 240,0 |
| 27) | zu Mieden | 234,7 |
| 28) | zu Kern . | 232,0 |
| 29) | zu Moselkern | 211,5 |
| 30) | zu Burgen | 220,7 |
| 31) | zu Hatzenport . | 225,9 |
| 32) | zu Brodenbach | 221,2 |
| 33) | zu Alken | 218,1 |
| 34) | zu Kattenes | 217,5 |
| 35) | zu Oberfell . | 216,1 |
| 36) | zu Lehmen . | 210,9 |
| 37) | zu Niederfell | 210,9 |
| 38) | zu Cobern | 207,8 |
| 39) | zu Lay | 197,6 |
| 40) | zu Moselweis | 194,5 |
| 41) | zu Kemperhof | 193,3 |
| 42) | Mündung der Mosel am deutschen Eck | 191,3 |

*D.* Die Zuflüsse der Nahe von der linken Seite; die rechte Seite gehört dem Auslande an.

*a)* Güldenbach bei Bretzenheim mündend.

| | | |
|---|---|---|
| 1) | Windesheim, oberer Eingang . . . . . | 425. |
| 2) | Windesheim . . . . . | 486. |
| 3) | Stromberg . . . . . | 650. |
| 4) | Stromberg, Markt . . . . . | 601. |
| 5) | Waldlaubersheim, Seitenzufluſs am Bach . . | 720. |
| 6) | Rheinbeller (Utschhütte) an der Brücke zwischen Stromberg und Rheinbellen . . . . | 1080. |
| 7) | Rheinbellen, Wirthshaus an der Straſse . . | 1184. |

*b)* Kellbach (Simmerbach) bei Martinstein mündend.

| | | |
|---|---|---|
| 8) | Gehlweiler Brücke, Bachspiegel . . . . | 831. |
| 9) | Gemünden Brücke, Bachspiegel . . . . . | 848. |
| 10) | Mitte der Brücke über den Simmerbach am oberen Ende von Simmern . . . . . | 1016,0 |
| 11) | Mitte der Brücke über den Simmerbach, am untern Ende von Simmern . . . . . | 1011,8 |

*c)* Tiefenbach, fällt bei Gemünden in den Simmerbach.

| | | |
|---|---|---|
| 12) | Mengerschied an der Kirche . . . . . | 988. |
| 13) | Tiefenbach am obersten Stege des Weges nach Simmern, Bachspiegel . . . . . | 1184. |
| 14) | Riesweiler . . . . . | 1487. |
| 15) | Argenthal am Anfange des Tiefenbach-Thales, am Wegweiser . . . . . | 1431. |
| 16) | Argenthal am Brunnen, Ausgang nach Simmern | 1520. |

*d)* Kauerbach fällt bei Ravengiersburg in den Simmerbach.

| | | |
|---|---|---|
| 17) | Brücke über den Kauerbach in der Straſse von Simmern nach Kirchberg . . . . . | 1004,5 |

*E.* Die Zuflüsse der Mosel, von der linken Seite. (Die Zuflüsse der Mosel von der rechten Seite sind kürzer und finden sich keine Messungen in denselben vor.)

*a)* Der Uesbach mündet in die Alf.

| | | |
|---|---|---|
| 1) | Bertrich, am Ende des steinernen Brückenflügels . | 509,4 |

| | | |
|---|---|---|
| 2) | Bertrich, Kurhaus | 519. |
| 3) | Bertrich, Brunnen | 496. |
| 4) | Bertrich, Bachspiegel unter der hölzernen Brücke | 497. |
| 5) | Bertrich, Bachspiegel beim Kurhaus, unteres Ende des Lavastroms | 506. |
| 6) | Uesbachspiegel am oberen Ende des Lavastroms | 565. |
| 7) | Uesbach unter der Brücke zwischen Lützerath und Strotzbusch | 844. |
| 8) | Unterwasser der Heckenhofmühle bei Wollmerath | 1055. |
| 9) | Uelmen am Maar (Ablauf desselben; Uhlerbach fällt zwischen Wollmerath und Meiserich in den Uesbach) | 1309. |
| 10) | Uelmer Wasserspiegel an der Brücke | 1317. |
| 11) | Mosbrucher Weiher, Ursprung des Uesbach | 1520. 1525. |
| 12) | Mosbruch, Abfluss des Weihers bei den untersten Häusern | 1489. |

b) Der Endertbach (Martenthal) mündet bei Cochem.

| | | |
|---|---|---|
| 13) | Stein dicht an der Brücke, auf der Strafse von Kaisersesch nach Lützerath | 890,5 |
| 14) | Endertbach an der Brücke auf der Strafse von Kaisersesch nach Lützerath | 921. |
| 15) | Laubach, Anfang des Endertbachthales, am obern Ende | 1532. |

c) Pommerbach mündet bei Pommern.

| | | |
|---|---|---|
| 16) | Kaisersesch, Anfang des Thales | 1267. |
| 17) | Kaisersesch, Post eine Treppe hoch | 1260. |

d) Elzbach, mündet bei Moselkern.

| | | |
|---|---|---|
| 18) | Elzbach unter dem Wasserfalle beim Schlosse Pyrmont | 603. |
| 19) | Brücke an der Strafse von Kaisersesch nach Polch | 703,6 754. 787. |
| 20) | Monreal am Elzbach | 934. |
| | Mühle oberhalb Monreal, Elzbach | 868. |

21) Elzbach in der Biegung der Strafse zwischen Boos und Kelberg . . . . . 1686,7

*F.* Die Nette und der Nitzbach (Mündung in den Rhein, Neuwied gegenüber 170 Par. Fufs).

1) Nettespiegel unter Wernerseck . . . . . 328.
2) Brücke über die Nette bei Ochtendung auf der Strafse nach Mayen . . . . . 422,2
3) Brücke bei Trimbs, Nettespiegel . . . . 528.
4) Obergraben der Reifermühle an der Nette unterhalb Mayen . . . . . 637.
5) Nettespiegel an der obern Brücke bei Mayen { 692. 724.
6) Nettespiegel am Einflufs des Nitzbaches bei Schlofs Bürresheim . . . . . 779.
7) Nettespiegel zwischen den beiden Mühlen bei Schlofs Bürresheim . . . . . 806.
8) Nettespiegel bei Schlofs Bürresheim . . . 814.
9) Nettespiegel an der Mündung des Baches zu Rieden . . . . . 962.
10) Nettespiegel am Wege von Kempenich nach Kaltenborn . . . . . 1301.
11) Riedener Bach unterhalb der Mühle von Rieden . . . . . 1117.
12) Thal oberhalb Weibern, Weg von den Steinbrüchen nach Kempenich . . . . . 1290.
13) Kempenich, Wirthshaus von Bergweiler, Parterre . . . . . 1361.
14) Kempenich am Bach . . . . . 1381.
15) Virneburg am Nitzbach, Strafsenpflaster vor dem Wirthshause zum Jäger unter der Burg 1036.
16) Virneburg, Ausgang nach Coblenz . . . . 1189.
17) Virneburg an der Brücke, Nitzbach . . . 1174.
18) Weiher zwischen den Maaren von Boos, welcher in den Nitzbach abfliefst . . . . . 1201.

*G.* Brohlbach (Mündung in den Rhein an der Brohl 163 Par. Fufs).

1) Burgbrohl auf der Brücke unter dem Schlosse 454.
2) Burgbrohl, Kirche . . . . . 425.
3) Burgbrohl, Bachsohle an der Mühle unter der Kirche . . . . . 532.
3*a*) Bleiweifs-Fabrik 2ter Stock 17 Fufs über der Sohle des Hauses . . . . . 472.

4) Tonnisstein am Bach . . . . . 332
5) Tönnissteiner Thal am Wege von Kell nach Wassenach . . . . . 779.
6) Krutzmühle, Bachsohle . . . . . 630.
7) Glees, Bachsohle unter dem Sauerbrunnen { 731. 741.
8) Nieder-Zissen am Bach . . . . . 622.
9) Nieder-Zissen am Bach, dicht unterm Ort . 573.
9a) Nieder-Zissen, oberstes Haus am Wege nach Ober-Zissen . . . . . 625.
9b) Ober-Zissen, Brücke im Dorfe unfern der Kirche, Bachspiegel . . . . . 705.
10) Wehr im Kesselthale am Wege zwischen Wehr und Glees . . . . . 916.
11) Lochmühle bei Olbruck . . . . . 955.

*II.* Vinxtbach (Mündung in den Rhein bei Rheinbach, 161 Par. Fufs).

1) Vinxtbachspiegel unter dem Steinberg bei Nieder-Lützingen . . . . . 311.
2) Gönnersdorf unter dem Lavastrom dicht ober der Kirche . . . . . 418.
2a) Gönnersdorf, unterstes Haus, Vinxtbach . 347.
2b) Waldorf, Parterre im Wirthshause von Nachtsheim, 4 Fufs über der Strafse . . . . 477.
3) Spiegel des Hodderbaues bei Ober-Hodder, fliefst in den Vinxtbach ab . . . . 644.
4) Dedenbach an einem Zufluss des Vinxtbaches 741
4a) Nieder-Dürrenbach, Vereinigung zweier Bäche im Dorfe, Bachspiegel . . . . . [illegible]
5) Schalkenbach, Vinxtbach-Spiegel an der Kirche 625.

*I.* Ahr (Mündung in den Rhein an der Krupp 156 Par. Fufs).

1) Ahrweiler, Gasthof zum Kaiserlichen Hof No. 119. 9 Fufs über dem Strafsenpflaster 312.
2) Ahrweiler, Gasthof bei Kreuzberg . . . 316.
3) Ahrweiler, Ahrspiegel an der alten Brücke { 312. 294. 310.
4) Ahrbrücke bei Rech, Wasserspiegel . . { 406. 398.

5) Loch, Oberwasser der Lochmühle . . . . 447.
6) Altenahr, Kirche . . . . . 505.
7) Altenahr, Strafse vor dem Wirthshause zum Durchbruch von Gaspari . . . . . 526.
8) Altenahr, Gasthof von Ulrich, Parterre . . 490.
9) Altenahr, Ahrspiegel bei dem Gasthofe von Ulrich . . . . . 463.
10) Ahrspiegel zu Kreutzberg . . . . . 504.
11) Brücke über den Sahrbach zwischen Kreuzberg und Burgsahr . . . . . 630.
12) Ahrspiegel bei Brück . . . . . 575.
13) Ahrspiegel bei Liers an der Brücke . . . { 657. { 621.
14) Ahrspiegel am Einflusse des Adenauer Baches unterhalb Dümpelfeld . . . . . 660.
15) Dümpelfeld, Wirthshaus an der Strafse . . 708.
16) Ahrspiegel zu Antweiler . . . . . 846.
17) Ahrspiegel an der Mündung des Trierbaches unterhalb Müsch . . . . . 928.
18) Ahrspiegel zu Müsch . . . . . 893.
19) Ahrspiegel bei der Stahlhütte an der Brücke oberhalb des Werkes . . . . . 950.
20) Leimbach bei der Kirche, Spiegel des Adenauer Baches . . . . . 777.
21) Adenau, Wirthshaus zum halben Mond von Lehmann, Parterre . . . . . { 949. { 922.
22) Adenau, Pflaster auf dem Markt . . . . 925.
23) Adenau, Markt an Schellenbecks Haus . . { 923. { 942.
24) Trierbach bei Zermühlen an der Strafse von Adenau nach Kelberg . . . . . 1331.
25) Kesseling am Herschbacher Bach, der bei Brück mündet . . . . . 689.
26) Weidenbach bei der Kapelle, an der Brücke 871.
27) Herschbach am Stege, Weg nach Dümpelfeld 988.
28) Theilung des Thales, 400 Ruthen südlich von Herschbach . . . . . 1281.
29) Kaltenborn, Brücke über den Bach . . . 1307.
30) Kaltenborn Haus No. 15. 10 Fufs über der Strafse . . . . . 1413.
31) Kaltenborn, Ausgang nach der Hohen Acht 1431.
32) Jammelshofen am Bach . . . . . 1514.

*K.* Wiedbach (Mündung in den Rhein bei Irrlich 169 Par. Fufs).

| | |
|---|---|
| 1) Waldbreitbach, Wirthshaus von Brücken, 10 Fufs über der Strafse . . . . . | 320. |
| 2) Alsauer Hütte vor dem Wohnhause . . . | 372. 397. |
| 3) Brücke über die Wiedbach bei Michelbach auf der Strafse von Dierdorf nach Altenkirchen . . . . . | 697,6 |
| 4) Holzbach bei Puderbach, Anfang des Brückengeländers . . . . . | 652,3 |
| 5) Raubach, Scheune von Rodenbach . . . | 693,5 |
| 6) Holzbach am Eingange von Dierdorf . . | 740,0 |

## *L.* Sieg.

| | |
|---|---|
| 1) Wissen, Brücke über die Sieg . . . . . | 476,4 |
| 2) Siegsohle am Einflusse der Heller bei Betzdorf, mitten im Flusse . . . . . | 572,3 |
| 3) Untergraben der Betzdorfer Baumwollenspinnerei. Ende an der Sieg . . . . . | 577,4 |
| 4) Mitte des Wehrs der Betzdorfer Baumwollenspinnerei . . . . . | 585,5 |
| 5) Mitte des Wehrs der Baumwollenspinnerei zu Jungenthal . . . . . | 604,3 |
| 6) Mitte des Wehrs der Freusburger Mühle . | 618,5 |
| 7) Kaulenwehr zur Wiesenwässerung bei der Grube Freundschaft . . . . . | 646,9 |
| 8) Mitte des Wehrs der Hütte bei Brachbach . | 662,5 |
| 9) Mitte des Wehrs der Hütte bei Mudersbach | 678,1 |
| 10) Alter Grenzstein von der Nieder-Scheldener Hütte, bezeichnet N. S. und S. A. . . . . | 684,0 |

## *M.* Zuflüsse der Sieg.

### *a*) Heller.

| | |
|---|---|
| 1) Mitte des Wehrs der Hütte bei Ahlsdorf . | 619,1 |
| 2) Mitte des Wehrs der Hütte Neu-Grünebach | 641,8 |
| 3) Wehr der Lohmühle in Sassenroth . . . | 675,0 |
| 4) Tiefer Königs-Stolln für den Hollerter Zug, unterhalb Herdorf, Röschensohle . . . . | 698,1 |
| 5) Tiefer Königs-Stolln, Tragewerk am Mundloch | 702,8 |
| 6) Wehrkrone der Herdorfer Mühle . . . . | 736,9 |
| 7) Mitte des Wehrs der Bollenbacher Kunst . | 741,1 |

| | |
|---|---|
| 8) Mitte des Wehrs der Hütte bei Herdorf und der Stahlerter Kunst . . . . . | 755,2 |
| 9) Herdorf, Schwelle der westlichen Kirchthür | 762,8 |

*b*) Daaden, Zufluſs der Heller.

| | |
|---|---|
| 10) Mitte des Wehrs des Schutzbacher-Hammers | 740,1 |
| 11) Fachbaum der Nieder-Dreisbacher Hütte . | 804,5 |
| 12) Wässerungswehr unterhalb des Füſseberger-Stolln . . . . . | 826,2 |
| 13) Bamberger Kunst, Obergraben, unter einem Wässerungsschütz . . . . . | 770,9 |
| 14) Fachbaum der Biersdorfer Mühle . . . . | 866,6 |
| 15) Fachbaum der Biersdorfer Hütte . . . . | 903,4 |
| 16) Fachbaum der Daadener Kupferhütte . . . | 982,1 |

*c*) Dermbach, Zufluſs der Heller.

| | |
|---|---|
| 17) Aufschlaggerinne der Seelenberger Hütte . | 784,9 |

*d*) Asdorf, Zufluſs der Sieg.

| | |
|---|---|
| 18) Mitte des Wehrs der Kunst für die Kobaltgrube Alexander . . . . . | 595,3 |
| 19) Wehr, linkes Ende der Baumwollenspinnerei Jungenthal . . . . . | 628,6 |
| 20) Damm des Wiesenwässerungswehr bei Jungenthal . . . . . | 664,5 |
| 21) Wehr der Fischbacher Hütte und Hammer . | 733,4 |

## 3.

# Ueber Zinkblechstreifen als Schutzmittel für eiserne Dampfkessel.

Von

Herrn Ober-Bergrath Jacobi.

In Bd. XVII. S. 804 des Archivs ist Auskunft über das Verhalten eines an seiner innern Seite mit Zinkblechstreifen versehenen Dampfmaschinenkessels auf der Steinkohlengrube Friedrich Wilhelm bei Dortmund gegeben worden. Die dort beschriebene Belegung hatte gegen den Angriff des sauren Wassers wesentliche Dienste geleistet; die Kosten der Erneuerung waren so unbedeutend, dafs man beschlofs, das bisherige Verfahren fortzusetzen.

Der mit Zink armirte Kessel war am 2. Januar 1842 nach einem abwechselnden Gebrauch vom 1. August 1837 an, oder nach einem unausgesetzten von 21 Monaten 4 Tagen aufser Gebrauch gesetzt. Vom

1sten März 1842 bis 15ten Mai
3ten August 1842 bis 3ten October
12ten Febr. 1843 bis 4ten März 1843,

zusammen 5 Monat 20 Tage oder täglich 16 Stunden wurde er abermals gebraucht, nachdem vorher diejenigen Stellen, an denen das Zink abgefallen, durch 140 Pfd. neue Zinkbleche bedeckt worden waren.

Um diese Zeit mufste man am Maschinengebäude eine Veränderung vornehmen, um die Kessel einer neuen Wasserhaltungsmaschine einbauen und sogleich benutzen zu können. Aus diesem Grunde ward jener Kessel ausge-

Der Stofs, es war nur ein einziger, soll 2 bis 3 Sekunden gedauert haben. Von St. Goar wird angegeben, dafs seine Richtung von NNO. nach SSW. gewesen sei; von Ober-Wesel giebt man dahingegen die Richtung von SW. nach NO. an. Die in St. Goar über die Wirkungen gemachten Beobachtungen sind folgende:

Offen stehende Thüren bewegten sich stark; Gläser, Tassen u. dergl. klirrten, ebenso die Fensterscheiben; auf dem Thurme der evangelischen Kirche schwankten die Glocken, doch ohne anzuschlagen. Viele Bewohner liefen aus den Häusern, besonders von dem begleitenden Getöse erschreckt; einige meinten, es sei im obern Stockwerke etwas eingestürzt, andere, dafs in den unter ihnen liegenden Zimmern oder Kellern ein schwerer Körper umgefallen wäre.

Von Ober-Wesel wurde gemeldet, dafs die Klingeln an den Häusern getönt hätten, und man habe geglaubt, es wären Theile der Gebäude eingestürzt. Nirgendwo ist indefs eine Beschädigung an den Häusern bemerkt worden. Auffallende Erscheinungen an Quellen, Wasseransammlungen und am Rheine sind auch nicht vorgekommen.

Der letztere war völlig unbrauchbar geworden.

An die Stelle der bisherigen Kessel waren zwei neue, später für eine Hochdruckmaschine von 160 Pferdekraft bestimmte Kessel getreten, welche mit No. I. und II. bezeichnet werden sollen. Sie waren zur Aufnahme von Zinkstreifen eingerichtet nach Art der vorigen Kessel, da man eine bessere Vorrichtung nicht aufgefunden hatte. Ein eisernes Band, welches das Zink überall an die innere Kesselwand gleichmäfsig andrückte, ward, als zu kostbar und auch als nicht durchaus nothwendig, besonders deshalb nicht angewendet, weil für die in bedeutende Ausgaben zur Erweiterung ihres Tiefbaues verwickelte Grube, jede Ausgabe für neue Versuche vermieden werden mufste.

Der Kessel No. I. mit 410 Pfd. Zink (41 Thlr. Kostenbetrag) versehen, wurde am 5. September 1843 in Gebrauch genommen, und war bis zum 16. Mai 1844 8 Monat 11 Tage, täglich 20 Stunden in Betrieb. Am 20. Juni 1844 ist er besichtigt worden.

Der Strich des Wasserstandes war an den eisernen Ankern deutlich zu sehen, die mehrsten Oxydblättchen liefsen sich 5″ über dem Wasserstande an den Kesselblechen abklopfen; die stärksten Blättchen waren $\frac{1}{16}$ Zoll, dabei sahen viele derselben so aus, als ob sie nicht dem Wasser, sondern der eigenen Unreinigkeit des Eisens zuzuschreiben wären. Ein Umstand, welcher jetzt bei der zunehmenden Wohlfeilheit der Bleche wohl zu berücksichtigen sein dürfte.

Am meisten war das Feuerrohr da angegriffen, wo die Wasserspeisungsröhre das in den Kessel gepumpte Wasser auf dasselbe fallen läfst, und deutlich zeichneten sich auf dem Feuerrohr, 12″ im Durchmesser um jenen Punkt, so wie auf den gegenüberstehenden Kesselwänden und Ankern in einer Breite von 30″, die angegriffenen Stellen aus. Man beschlofs daher, für den folgenden Versuch das Speisungsrohr seitwärts zu legen und tiefer in den Wasserstand gehen zu lassen.

Der Grund, warum die Eisenoxydhydratbildung vorzugsweise an dieser Stelle statt fand, mag in dem stärkeren Zuströmen des Sauerstoffgases zu suchen sein, welches die dem Speisewasser mechanisch beigemengte Luft mit herabführt. Nächstdem mufste aber an dieser Stelle auch

das Eindringen des kälteren Wassers die gröfste Strömung hervorbringen, wodurch immer neue Theilchen von saurem Wasser mit dem Eisen in Berührung kamen.

Dafs man zur Anbringung des Zinks die Stelle der Scheidung zwischen dem Wasser- und dem Dampfraum gewählt hatte, rechtfertigte sich also auch durch die Erfahrung am Feuerrohr, und durch sie belehrt, wird man wohlthun, auch hier eine Zinkplatte überzulegen.

Das Zinkblech war gröfstentheils verzehrt, und wurde vor dem Wiederanlassen durch 330 Pfd. (33 Thlr. an Werth) ersetzt. Vom 31. August bis zum 5. November 1844, oder 2 Monate 5 Tage, täglich 16 Stunden, und vom 15. Februar 1845 an bis heute (15. März 1845) und zwar in der letzten Periode ohne eine neue Zinkeinwechselung, wird der Kessel wieder gebraucht; sein Zustand konnte noch nicht wieder untersucht werden.

Der Kessel No. II., gleichfalls ganz neu, wurde am 16. Mai 1844 angelassen. Es waren augenblicklich nur 120 Pfd. Zinkblech vorhanden; man wollte auch nicht mehr anwenden, um den Kessel mit einer Schutzwehr von nur $\frac{1}{3}$ seines Querschnittes parallel dem Feuerrohr zu versehen. Am 31. August 1844, nach einer Betriebszeit von 3 Monaten 15 Tagen (1680 Stunden), wurde er mit noch 220 Pfd. Zink armirt, fand sich in seinem Innern ganz unverändert, und vom 5. November 1844 bis 15. Februar 1845 3 Monat 10 Tage 1600 Stunden abermals befeuert, dann aber aufser Betrieb gesetzt.

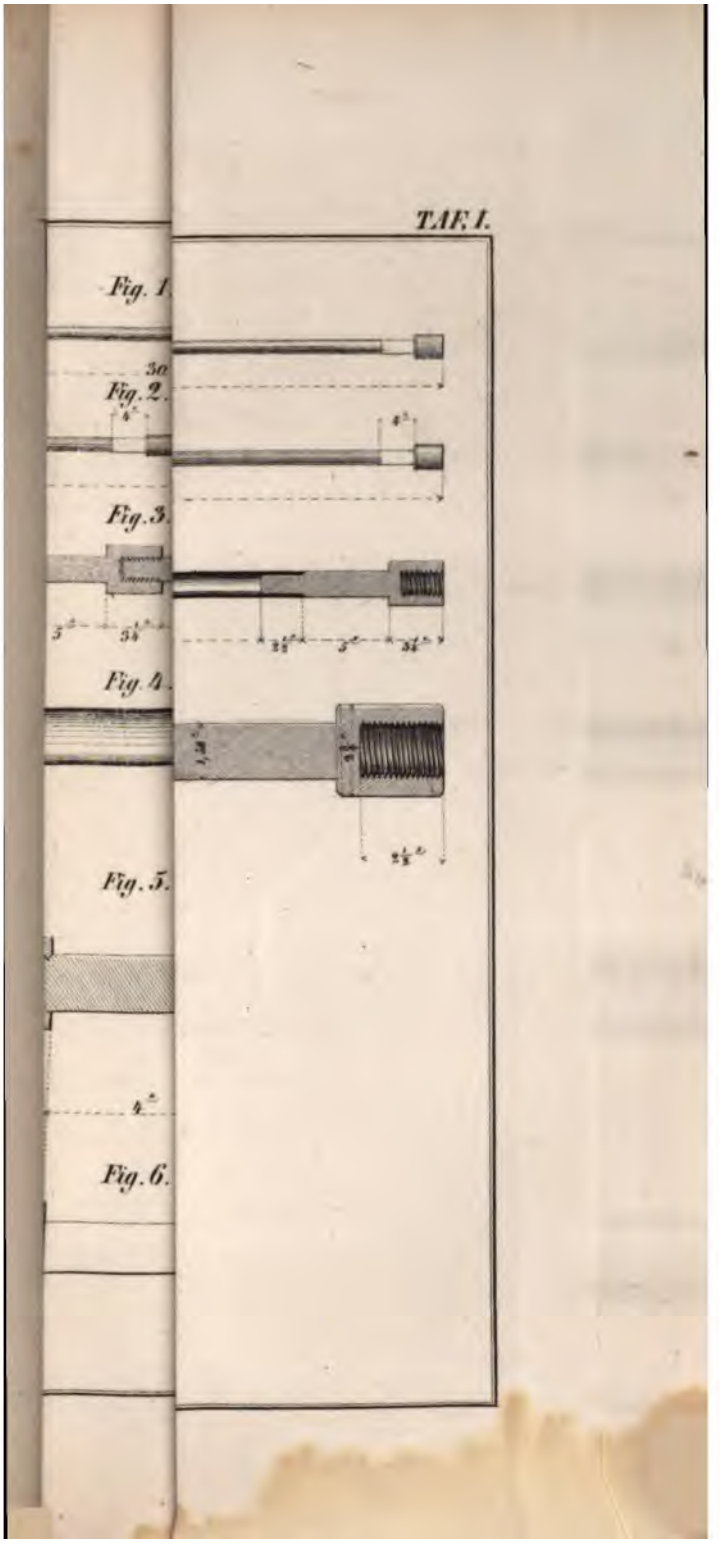
Am 1. März c. ist er besichtigt worden. Die Zinkstreifen waren ganz zerfressen, nur einzelne hingen noch hinter den eisernen Ankern; fast überall war zwischen zwei Ankern das Zink von der Kesselwand abgebogen (hatte sich gesackt) und eine neue Umlegung war nothwendig. Die Kesselwände waren wenig angegriffen, kleine Blättchen von der Dicke $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{20}$ Zoll, wo sie am stärksten sich fanden, liefsen sich an einzelnen Stellen 3″ über dem Zinkbesatz abklopfen; unter dem Zinkstreifen bis nach dem Boden hin war das Eisen reiner.

Die Stelle des Feuerrohrs unter der Speisewasserröhre war auch hier wieder am meisten angegriffen, an den gegenüberstehenden Kesselwänden konnte aber kein Angriff des sauren Wassers bemerkt werden.

Die Beobachtungen an beiden Kesseln werden
gesetzt.

Wenn gleich nun durch den Umbau des Gebä
und das Ausbrechen der beiden ersten Kessel, der mit
versehene Kessel nicht vollständig verbraucht ist, so
man dennoch annehmen, dafs er noch die oben ang
benen 10,000 Arbeitsstunden ausgehalten, und dazu
Zink 90 Thlr. verzehrt haben würde (diese Summe st
mit dem Verbrauche der Kessel I. und II.), wodurch
die Ausgabe pro Arbeitsstunde auf 3,2 Pf. stehen gebli
wäre.

TAF. I.



# I.

# Abhandlungen.

## 1.

## Ueber das Modumer Blaufarbenwerk in Norwegen.

Von

Herrn Karl Fried. Böbert *),

Königl. Norweg. Bergdirektor.

Ein Schürfer, Namens Ole Vidtloch, der verschiedener Versehen wegen seines Dienstes beim Kongsberger Silberwerke entledigt war, fand im Jahre 1772 auf seinen Streifzügen in den Gebirgen des Kirchspiels Modum mit zugehörigem Filiale Snarum die ersten Spuren von Glanzkobalt. Die bedeutendste Niederlage davon fand sich schon damals auf dem Hofe Skuterud oder vielmehr in dem westlichen Theile von dessen Waldungen, und dieses ist noch heuti-

*) Als Bergmeister an diesem Blaufarbenwerke habe ich im Laufe von etwa 13 Jahren Gelegenheit gehabt, Materialien zu einer sehr ausführlichen Darstellung aller Verhältnisse desselben zu sammeln; überhäufte Geschäfte verhindern mich inzwischen, diese Arbeit in ihrem ganzen Umfange zu vollbringen, weshalb ich hier vorläufig nur einen gedrängten Entwurf dazu mittheile, um dem bergmännischen Publicum einige zuverlässige Nachrichten über dieses wichtige nordische Etablissement mit Bezug auf die bildliche Darstellung Taf. III. nicht länger zu entziehen.

B.

gen Tages der Fall, unerachtet das Kobalterz schon von Vidtloch in einer Erstreckung von etwa ¼ Meilen in der Länge aufgeschürft war, und die Spuren davon neuerlichst weiter und weiter verfolgt worden sind. Der Bauernhof Skuterud wurde daher vom Könige acquirirt und Anstalt zum Grubenbetriebe getroffen. Nachdem man längere Zeit vergebens versucht hatte, das eigentliche Blaufarbenwerk dicht bei den Gruben auf dem Hofe Fästningen zu etabliren, indem man nicht mit den verschiedenen Besitzern der Wasserzugänge einig werden konnte, wurde durch Königl. Resolution vom 1. April 1776 bestimmt, dafs die Anlage am Hougfofs *), einem der schönsten Wasserfälle Norwegens, auf dem Hofe Fossum, ¼ Meile von den Gruben entfernt, geschehen solle, welcher Hof mit allem Zubehör durch Kaufbrief vom 14. August 1778 für 30,000 Rthlr. Eigenthum der Krone wurde.

Inzwischen ging es sehr langsam mit dieser neuen Anlage, bis ein Deutscher Georg Christian Bernstein vom Blaufarbenwerke Carlshafen in Hessen im Jahre 1783 als Oberinspector engagirt wurde, unter dessen Leitung das Werk nach Anwendung von bedeutenden Summen bald in Gang kam. Demungeachtet ist es, so lange es Eigenthum der Krone war, nie zu irgend einer Bedeutung gelangt, woran theils die langwierigen Kriegsjahre, theils unzweckmäfsige und schlechte Verwaltung Schuld waren. Den 9. Juli 1813 verpfändete der König von Dänemark das ganze Etablissement für 250,000 Hamburger Banco Mk. an den Auditor Steen Andersen Bille, der seine For-

*) Die senkrechte Höhe des Hougfofs wird in Hausmanns „Reise durch Skandinavien" zu 50 Fufs, in Kraft's „topografisk-statistisk Beskrivelse over Kongeriget Norge" zu $66\frac{1}{16}$ Fufs und im 2. Hefte von Keilhaus „Gaea Norvegica" zu 110 Fufs angegeben. Zufolge eines genauen Nivellements im J. 1837 habe ich dieselbe inzwischen vom obersten bis untersten Wasserspiegel $115\frac{1}{4}$ Fufs norwegisch oder rheinländisch gefunden.

derung unterm 16. Juli wiederum an den Kaufmann Peter Wilhelm Berg in Gothenburg übertrug. Dieser machte sein Pfandrecht vor den norwegischen Gerichten geltend, und brachte das Werk durch öffentliche Auction zum Verkauf, auf welche Weise es durch Auctionskaufbrief vom 26. Januar 1822 für 50,000 Silberspecies in die Hände des Consuls Ernst Rhode in Christiania kam, der das ganze Werk in 400 Actien theilte. Unterm 1. Juli 1825, gerichtlich verkundet den 22. Juni 1826, übertrug er davon käuflich für den ursprünglichen Preis, nämlich 125 Silberspecies pro Actie an den

| | |
|---|---|
| Banquier W. C. Benecke in Berlin . . . | 221 Actien |
| Particulier B. Wegner aus Königsberg . . | 61 – |
| Averdick & Co. in Hamburg . . . . . | 25 – |
| Gebrüder Benecke & Co. in Berlin . . . | 43 – |
| Und selbst behielt er nur . . . . . | 50 – |

Späterhin wurden W. C. Benecke mit 339 Actien und B. Wegner mit 61 Actien die einzigen Interessenten im Werke, welches noch jetzt der Fall ist.

Unterm 3. April 1776 erliefs der König Christian VII. ein sogenanntes Reglement, wodurch das Modumer Blaufarbenwerk das ausschliefsliche Monopol auf Bereitung von Smalteblau in Norwegen und Dänemark haben sollte, und worin übrigens noch die Art und Weise der Administration u. s. w. bestimmt wurde. In diesem Reglement heifst es unter Anderm *):

Cap. II. §. 1. „Da Wir auf die ausgeschürften Kobaltgänge auf dem Hofe Skuterud in Snarums Filial unter Modums Kirchsprengel und Budskeruds Amt in Norwegen schon aus Unserer eigenen Bergcasse eine bedeutende

*) Das Wichtigste dieses Reglements findet man abgedruckt in einem kleinen norwegischen Werke: Forslag til en Lov om Bergvärkerne af P. Petersen 1830, Pag. 82; und übrigens findet es sich vollständig im Archive des Kongsberger Silberwerks.

Summe angewandt haben, so wollen Wir Uns allergnädigst bemeldten Gang in seinem vollen Streichen allein zur Schürfung und Bearbeitung des schon entdeckten und daselbst noch zu entdeckenden Kobalts vorbehalten haben."

Cap. III. §. 2. „Und damit nicht der Absatz solcher Farben theils vermittelst zu grofser Lieferungen, theils vermittelst verschiedener und schlechter Sorten verhindert und eingeschränkt werden möge, wollen Wir das von Uns etablirte Blaufarbenwerk allergnädigst durch ein Privilegium exclusivum befestigt haben, so dafs kein Blaufarbenwerk in unsern Reichen und Landen errichtet werden mufs u. s. w." —

Unerachtet nun dieses Reglement nur interministisch unterworfen war, und nie eigentliche gesetzliche Kraft erhalten haben soll, so wurde es doch in der Wirklichkeit immer als ein Privilegium für das Modumer Blaufarbenwerk angesehen, in dessen Besitz auch die privaten Interessenten, nachdem sie das Werk auf der Auction den 17. Januar 1822 mit denselbigen zugehörigen Gerechtsamen und Pflichten erstanden hatten, gekommen zu sein glaubten, zufolge dessen sie z. B. nicht nöthig hatten, Muthungen zu verlangen. Inzwischen war ein Speculant anderer Meinung, muthete fünf von des Werkes Gruben und legte ein zweites Blaufarbenwerk auf Snarum an. Die ersteren mufste er zufolge höchsten Gerichtsausspruches wieder an Modums Blaufarbenwerk abtreten, Recht zur Betreibung eines Blaufarbenwerks behielt er jedoch, so dafs der eine Theil des Privilegiums, so weit es Gruben auf dem sogenannten Skuteruder Kobaltgange in seinem vollen Streichen anging, bestätigt, der andere Theil aber aufgehoben wurde. Als obiger Speculant wiederum Kobaltschürfe betrieb, die vermeintlicher Weise aufserhalb dem Streichen des Skuteruder Ganges liegen sollten, entspann sich ein neuer Proceſs, der doch nach einiger Zeit durch gütlichen Vergleich beigelegt wurde, indem das Modumer Blaufarbenwerk das

südliche Kobalterzfeld auf den Höfen Skuterud und Saastad behielt, wogegen dem neuen Snarumer Werke alle weiter nördlich gelegenen Kobaltschürfe überlassen wurden; dieses letztere Etablissement ist nun seit einigen Jahren im Gange, bisher jedoch von wenig Bedeutung.

Früher stand das Modumer Werk unter der Berghauptmannschaft zu Kongsberg; doch hatte es seinen Verwalter und seine eigene Gerichtsbarkeit, von dessen Urtheilen man bis 1812 an das Kongsberger Oberbergamt, späterhin an das Agerhusische Stiftsobergericht appellirte. Seitdem es Privateigenthum geworden, sind alle diese Separatverhältnisse natürlich aufgehoben.

So lange das Werk vom Könige betrieben wurde, war es, wie schon gesagt, wenig einträglich im Vergleich mit dem, was es in den Händen von Privatleuten geworden ist. Im Jahre 1791 soll es 2281½ Ctr. Blaufarben zu einem Werthe von 24,623 Rthlr. 48 Schill. und im Jahre 1792 etwa 2817 Ctr. zu 38,709 Rthlr. geliefert haben.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Im J. | 1813 | producirte | es | 749 | Ctr. | 94 | Pfd. | |
| — | 1814 | - | - | 566 | - | 80 | - | |
| — | 1815 | - | - | 1196 | - | 70 | - | |
| — | 1816 | - | - | 610 | - | 52 | - | |
| — | 1817 | - | - | 986 | - | 89 | - | für 35,465 Spec. |
| — | 1818 | - | - | 1220 | - | — | - | - 25,455½ - |
| — | 1819 | - | - | 2220 | - | 20 | - | - 53,373½ - |

Der Ueberschufs des Werks in älterer Zeit wird folgendermaafsen angegeben:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Im J. | 1812 | zu | 7,200 | Rthlr. | 89 | Schilling |
| — | 1813 | - | 100,437 | - | 17 | - |
| — | 1814 | - | 90,192 | - | 3 | - |
| — | 1815 | - | 84,181 | - | 67 | - *) |
| — | 1816 | - | 14,719 | Spec. | 84 | - |
| — | 1817 | - | 30,782 | - | 29 | - |
| — | 1818 | - | 8,258 | - | 93 | - |
| — | 1819 | - | 23,761 | - | 16 | - |

*) Von solchen Rthlrn. gehen nach damaligen Course 5 auf einen Speciesthaler. Man vergleiche das Gesetz vom 14. Juni

Hiernach sollte man glauben, dafs der Stand des Werkes eben nicht so übel gewesen wäre, wenn man nicht wüfste, dafs dieser Ueberschufs völlig illusorisch ist, und eigentlich allein in den Rechnungen des Werks zu finden war, indem man nämlich frischweg den Werth des Fabrikats zur Einnahme brachte, obschon dasselbe bekanntermafsen unabgesetzt auf dem Lager in Kopenhagen liegen blieb, theils wegen seiner schlechten Beschaffenheit, theils weil man sich wenig auf das Commercielle einer solchen Fabrication verstand. In der Regel schlug man ganze Parthien auf öffentlicher Auction los.

Unterm 20. Mai 1817 wurde folgende Preiscourante festgesetzt:

| | | |
|---|---|---|
| *FFFC* | pro Ctr. | 42 Species |
| *FFC* | - - | 33 - |
| *FC* | - - | 26 - |
| *MC* | - - | 22 - |
| *OC* | - - | 19 - |
| *FFFE* | - - | 45 - |
| *FFE* | - - | 34 - |
| *FE* | - - | 30 - |
| *ME* | - - | 24 - |
| *OEG* | - - | 21 - |
| *HHHFFFCB* | - - | 38 - |
| *MH* Streusand | - - | 29 - |
| *RB* Royalblau | - Pfd. | 4 - |
| *RE* Royaleschel | - - | 5½ - |
| | Aufserdem | |
| *FFS* | pro Ctr. | 55 - |
| *FS* | - - | 35 - |
| *MS* | - - | 31 - |
| *OS* | - - | 25 - |

1816 §. 23. Dieser anscheinend grofse Ueberschufs wird also, betrachtet nach dem jetzigen Gelde, bedeutend reducirt.

Am Ende des Jahres 1820 beschäftigten die Gruben und Pochwerke 25 Mann, so wie das eigentliche Werk 34 Mann, also im Ganzen 59 Arbeiter. Das Beamtenpersonal bestand hauptsächlich aus 1 Verwalter, 1 Cassirer, der zugleich Richter war, 1 Tag- und 1 Nachthüttenmeister, 1 Materialverwalter, 1 Arzt, 1 Geschworner und zuweilen auch 1 Holzförster.

Diese historischen Andeutungen umfassen das Wichtigste von der Periode, wo das Modumer Blaufarbenwerk dem Könige gehörte. Die nachfolgenden Mittheilungen beziehen sich dagegen vorzugsweise auf die Wirksamkeit seiner spätern Privatbesitzer und betreffen namentlich den Zeitraum von 1827 bis 1840, woraus sich ergeben wird, welche höchst bedeutenden Veränderungen damit vorgegangen sind. Die Acquisition dieses schönen Eigenthums von Privaten war gleich von vorne herein eine überaus vortheilhafte Entreprise: denn es möchte kaum übertrieben sein, wenn man annimmt, dafs die Kaufsumme von 50,000 Silberspecies schon in den ersten Jahren allein durch den Werth der mitfolgenden Bestände an Erzen, Schliechen, Farben und Escheln, so wie durch gut conservirte Waldungen, dessen Producte man anfänglich zur theilweisen Deckung der Ausgaben verhandelte, reichlich wieder ausgebeutet wurde. Dabei folgten mit dem Werke aufser andern Herrlichkeiten, wie Sägemühlen, Mahlmühlen, Ackerhöfen u. s. w. eine Mastenrinne zum Leiten des langen Schiffs- und Bauholzes über den Hougfofs, die allein jährlich gegen 2000 Spec. an reiner Einnahme abwarf *).

Ich erlaube mir diese Einleitung mit einer Reflexion zu beschliefsen, die vielleicht ihren Nutzen haben könnte.

---

*) Obschon der erste Kaufbrief im Jahre 1822 auf den Namen des Consuls Rhode in Christiania geschrieben steht, so war es doch vermeintlich der Banquier W. C. Benecke in Berlin, der eigentlich diese damals anscheinend ziemlich unsichere Speculation wagte.

Das Königliche Reglement vom 3. April 1776 monopolisirte wie wir gesehen haben, vollständig die Blaufarbenfabrication in Norwegen, und der Professor Hausmann urgirte schon im Anfange dieses Jahrhunderts *) die Schwierigkeiten, welche dem Reisenden in den Weg gelegt wurden, um Zutritt zu dem Modumer Blaufarbenwerk zu bekommen. Und wenn man endlich in das Allerheiligste eingelassen wurde, was gewahrte da das erstaunte Auge? Nichts als die gröfste Alltäglichkeit, die denn auch eben nicht zum Vortheile der Krone treulich aushielt, so lange der Betrieb in seinem Monopole und isolirtem Zustande vegitirte. Es ist bekannt genug, dafs die Sächsischen Blaufarbenwerke ebenfalls einem Monopolsysteme und einem Zwange der Absperrung unterliegen, welcher diesen Zweig der Industrie noch immer ziemlich isolirt, und es wunderte mich daher nicht, dafs ich im J. 1827 auf einer Reise nach den wichtigsten Blaufarbenwerken gerade bei den Sächsischen eine Stabilität in allen Richtungen von alten Zeiten vorfand, die um so auffallender war, wenn man sie mit dem musterhaften Aufschwunge des übrigen gesammten Sächsischen Bergwerksbetriebes, der zu allen Zeiten der bergbautreibenden Welt als Muster vorgeleuchtet hat, verglich, und wenn man sah, dafs mehrere private Blaufarbenwerke die Sächsischen mit zeitgemäfsen Verbesserungen bei weitem überflügelt hatten. Ich habe gerade die best eingerichteten Blaufarbenwerke am zugänglichsten gefunden, und doch ist es mir nicht bekannt, dafs sie dadurch Schaden gelitten hätten. Im Gegentheile trägt der freiere Umschwung der Ideen, die Verbannung egoistischer Erstarrung und Isolirung im industriellen Wege immer seine goldnen Früchte. Als das Modumer Blaufarbenwerk in den Händen von betriebsamen Privatleuten zu einem der mu-

*) Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807 II. Pag. 74.

sterhaftesten Etablissements der Art emporgestiegen war, und als es wirklich sehenswerthe Dinge zu zeigen hatte, da stand Jedem der Zutritt frei, wenn man auch ab und zu mit etwas Zurückhaltung von einzelnen neuversuchten Manipulationen sprechen mag, die oft viel Lehrgeld gekostet haben, und deren ersten Profit man sich nicht augenblicklich entreifsen lassen will.

## Erster Abschnitt.

## Von den geognostisch-mineralogischen Verhältnissen der zum Blaufarbenwerke gehörigen Kobaltgruben.

### §. 1. Ueber die Modumer Kobaltlagerstätten im Allgemeinen. Beschaffenheit des Grundgebirges. Verschiedene Benennung der Lagerstätten.

Das Vorkommen des Kobalterzes findet auf einem hohen, zum Theil steilen und mehre Meilen langen Gebirgsrücken statt, der von Süden nach Norden streicht und von verschiedenen Querthälern durchschnitten wird. Dieser Gebirgsrücken besteht eben so wie seine Umgebungen aus der bekannten Wechsellagerung von Urgebirgsarten, namentlich Gneifs, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer und Granit. Die letztere Felsart tritt zuweilen in sehr grofsartigen Ausscheidungen ihrer einzelnen Bestandtheile hervor, besonders hinsichtlich des Quarzes, der dann ganze Strecken einnimmt und die sonst so ausgezeichnete Schichtung seiner schiefrigen Begleiter verdrängt, sich aber durch allmäligen Uebergang wieder in die herrschende Schichtenstellung seiner Nachbarschaft einrichtet. Ueberhaupt stehen die obigen Gebirgsarten in stetem Ueber-

gange mit einander, vielleicht mit Ausnahme eines schwarzen grobblättrigen Glimmers, der sich oft in scharf gesonderten mehr oder weniger mächtigen Lagen, aber dabei gewöhnlich in vollkommener Uebereinstimmung mit der vorwaltenden Schichtungsregel einlegt.

Die Lagerstätten selbst streichen von Süden nach Norden, conform mit dem Streichen der Gebirgsschichten, worin sie aufsetzen. Zwischen dem Lager- und Nebengesteine ist kein wesentlicher Unterschied zu bemerken, da die Gebirgsschichten selbst nur auf gewisse Strekken mehr oder weniger mit Erztheilen angeschwängert sind. Der praktische Bergmann pflegt hier jedes Erzvorkommniſs einen Gang zu nennen, was nach Hausmann und v. Buch ebenfalls in Schweden der Fall ist, z. B. bei dem Erzlager zu Danemora u. s. w. Deswegen sind unsere Modumer Lagerstätten auch lange Zeit mit diesem Namen belegt worden. Späterhin und bis auf die neueste Zeit hat man sie mit mehr Grund in die Klasse der Lager gebracht, wofür ich sie im Anfange ebenfalls angesprochen *). Seit langer Zeit bin ich nun inzwischen überzeugt worden, daſs diese Erzgebilde auch nicht zu der Kategorie der eigentlichen Lager im strengen Sinne des Worts zu rechnen sind, sondern daſs sie eine vollständige Analogie mit den sogenannten Fahlbändern, bisher vorzugsweise auf Kongsberg bekannt, darbieten. Seitdem werden sie richtigerweise ziemlich allgemein mit dem Namen Kobaltband oder Kobaltfahlband belegt. Mehr hierüber weiter unten **).

---

*) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. IV. Heft 1. 1831.

**) Wenn Hr. Ingenieur Daubrée in einer sehr interessanten Abhandlung: „Mémoire sur les depôts metallifères de la Suède et de la Norvège; Annales des mines Tom. IV. 1843", vielleicht der Erste ist, der vermittelst einer gedruckten Mittheilung ein gröſseres Publikum auf die Analogie zwischen den Fahlbändern und den sogenannten Kobaltlagern auf Modum aufmerk-

## §. 2. Geognostisch-mineralogischer Charakter der Kobaltbänder.

Der allgemein geognostische Charakter dieser Erzlagerstätten ergiebt sich aus dem Vorstehenden; es bleibt mir also nur übrig, die Mineralien anzudeuten, aus denen sie zusammengesetzt sind. Aufser den verschiedenen Nüançen des eigentlichen Kobaltglanzes, begleitet von schöner Kobaltblüthe und vielem Kobaltbeschlage, findet sich nach Hausmann *) Kupferkies, Buntkupfererz, Hornblende, Antophyllit, Salait, blättriger gemeiner Skapolith, Schörl, gemeiner Serpentin und Magneteisenstein. Hierzu kommen noch folgende gröfstentheils von mir hier aufgefundene Mineralien: Gediegenes Kupfer in Anflug und Dendriten, silberhaltiger Bleiglanz, Malachit, Kupfergrün, Kupferglaserz, Molybdän, Magnetkies, Eisenkies in schönen Krystallen, derber und krystallisirter Strahlstein, Epidot, rother und schwarzer Rutil in zum Theil grofsen Krystallen, Asbest, Amianth, Talk, ein gelblichbrauner Turmalin, gemeine Granaten in grofsen Krystallen und Kugeln, brauner Sphen, Rauchtopas, sehr grofse Kalkspathkrystalle in mächtigen Drusen auf übersetzenden Gängen, Bergkrystalle, Quarz-

---

sam gemacht hat, so darf dies nicht so verstanden werden, als ob Hr. Daubrée ein solches Verhalten zuerst observirt hätte, welches dagegen, wie an Ort und Stelle hinlänglich bekannt, schon 10 Jahr früher ausführlich und auf's Bestimmteste sowohl vom Professor Keilhau und mir in mehren schriftlichen Erklärungen, veranlafst durch die Prätension des Blaufarbenwerks auf sämmtliche Kobaltschürfe auf Modum, erwiesen worden ist, wie denn auch Hr. Keilhau schon im J. 1840 auf einer Reise im Christiansands-Stifte, abgedruckt im „Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Bd. III. p. 168, 1842", ein ähnliches Verhalten hinsichtlich der Eisenerzlager u. s. w. erwähnt hat; vide l. c. p. 201 — 203.

*) Reise durch Skandinavien Bd. II. p. 88.

krystalle und schöner krystallisirter Glimmer, so wie ein fetter blauer Thon in gangartigen Ruscheln. In partiell die Erzlagerstätten durchsetzenden Granitgängen bricht eine dem Anscheine nach noch nicht näher bestimmte Species Feldspath von bläulicher Farbe und starkem Glasglanze, wie denn auch einige andere vorgekommene Mineralien noch einer nähern Untersuchung und Bestimmung bedürfen.

Das Vorkommen des eigentlichen Kobaltglanzes ist genugsam bekannt in seinen gewöhnlichen Krystallformen von Octaëdern, Dodecaëdern, Icosaëdern und höchst selten vollkommenen Hexaëdern; aufserdem kommt er von massiver Mächtigkeit bis zu fein eingesprengten Partikeln vor. Als besondere Merkwürdigkeiten sind einige Mal schöne Drusen von zusammengehäuften Krystallen gefunden, während diese letztern sonst immer einzeln fest im Gesteine sitzen. Nach Stromeier's bekannter Analyse besteht dieser Glanzkobalt aus:

| | |
|---|---|
| Kobalt . . . . . | 33,10 |
| Arsenik . . . . | 43,46 |
| Eisen . . . . . | 3,23 |
| Schwefel . . . . | 20,08 |
| | 99,87. |

Weniger beachtet waren bis vor einigen Jahren zwei abweichende Arten des Kobaltvorkommens, obschon Steffens*) die Krystalle der einen unter Bezeichnung eines partiell decrescirenden Glanzkobalts erwähnt, und Breithaupt**) die andere als derbes Mineral unter dem Namen Hartkobaltkies beschreibt. Die erste Sorte oder Species, deren ich ebenfalls schon im J. 1831 in einer Skizze über die Norwegischen und Schwedischen Kobaltlager***) erwähnte, hat ganz die Krystallform des Arsenikkieses;

*) Handbuch der Oryktognosie, Bd. III. p. 200.

**) Annalen der Physik von Poggendorff, Stück I. 1827. p. 113.

***) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. IV. Heft 1. p. 284.

ausgezeichnete Exemplare in meiner Sammlung erweckten zuerst Professor Keilhaus besondere Aufmerksamkeit und veranlafsten darauf den jetzigen Lector an der Universität zu Christiania, Herrn Theodor Scheerer *) zu einer verdienstvollen Beschreibung und Analyse derselben, zufolge welcher das Mineral enthält:

| | |
|---|---|
| Schwefel . . . | 17,57 |
| Arsenik . . . | 47,55 |
| Eisen . . . . | 26,54 |
| Kobalt . . . . | 8,31 |
| | 99,97 |

ein Resultat, welches zur Formel

$$3(FeS^2 + FeAs^2) + (CoS^2 + CoAs^2)$$

führt.

Gleichzeitig mit Scheerer hatte auch Professor Wöhler **) diesen Kobalt untersucht, und fast gleiche Resultate erhalten; derselbe schlägt für diese Species den Namen Kobalt-Arsenikkies vor. Aufser dem von Wöhler angeführten in den gröfsern Kobaltkrystallen dieser Art eingemengten klaren krystallinischen Quarze finden sich auf gleiche Weise häufig Krystalle von Rauchtopas und einem schwarzen und gelblichen Turmaline darin, welche letztern vermuthlich die ebenfalls von Wöhler erwähnten bläulichgelben, ganz mikroskopischen Krystalle sind, über deren Natur nichts zu entscheiden war.

Zufolge chemischer und hüttenmännischer Erfahrungen soll der Kobaltgehalt dieser Species immer geringer werden, je mehr die Gröfse der Krystalle zunimmt; auch hat man geglaubt, einen vollständigen Uebergang zum reinen Arsenikkiese annehmen zu können. Im Grofsen hat man diesen Schlufs auf das ganze Kobaltlager übertragen wol-

*) Poggendorff's Ann. der Physik, Bd. XXXXII. p. 546.

**) Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn 1838. Heft 3. p. 288.

len, indem man glaubte, das südliche und nördliche Ausgehende desselben bestehe aus blofsem Arsenikkiese, während der Kobaltgehalt, von beiden Seiten mehr und mehr zunehmend, in der Mitte am gröfsten sei. Was die erste Annahme hinsichtlich des proportionalen Kobaltgehaltes zur Gröfse der Krystalle betrifft, so müssen die unter Anderm von Scheerer angeführten Thatsachen ohne Zweifel zur Richtschnur dienen; daraus ergäbe sich also der Schlufs, für dessen vollkommene Haltbarkeit in der Wirklichkeit ich doch weder einstehen kann oder mag, dafs bei mehr und mehr zunehmender Gröfse der Krystalle der Kobaltgehalt endlich ganz verschwinden würde. Wie dem auch sei, so ist so viel gewifs, dafs sich im Kobaltlager selbst wirklicher Arsenikkies in derben Parthien sowohl als in kleinen und mittlern Krystallen findet.

Die Richtigkeit der andern Annahme hinsichtlich des Kobaltlagers im Grofsen habe ich Grund zu bezweifeln, da sich an den jetzt bekannten beiden Ausgehenden der Lagerstätte eben so gut Kobalterz von bester Qualität neben arsenikreichem vorfindet, wie in der Mitte derselben, und nur die quantitative Mächtigkeit ist hier gröfser als dort, woraus denn selbstfolglich auch hier wieder eine gröfsere Ansammlung von qualitativ bestem Kobalte resultirt. Dem Streichen nach einen Uebergang des Kobaltlagers in ein Arseniklager anzunehmen, scheint nur nach den bis jetzt bekannten Thatsachen unstatthaft zu sein. Dagegen wird das Hauptkobaltlager, wie wir weiter unten sehen werden, auf einer Breitenerstreckung von etwa ¼ Meile von mehrern Nebenbändern begleitet, wovon das erste, an und für sich schon Arsenikkies, noch etwas Kobalt führt, während die andern ganz und gar aus Arsenikkies bestehen. Dieser Umstand hat zu dem unrichtigen Schlusse Anlafs gegeben, als wenn das auf der östlichen Seite des Flusses Storelv bei Fyerdingstad auftretende Arsenikkieslager nach fast meilenlanger Unterbrechung die Fortsetzung des Haupt-

kobaltlagers bilde, während es doch — wenn man ihm nun ein Mal keine eigene Selbstständigkeit zugestehen will — nichts anders ist und sein kann, als die Fortsetzung eines dieser Nebenbänder, in deren Streichungslinie es fällt und welche von Distance zu Distance, unter Anderm noch auf den Höfen Brevig und Komperud sichtbar verfolgt werden kann. Die Fortsetzung des Hauptlagers dagegen mufs dem Streichen der herrschenden Schichtenstellung nach ziemlich weit von obigem Arseniklager auf der westlichen Seite des Storelvs gesucht werden (und durchsetzt also den Flufs nicht), wenn das Vorhandensein einer solchen Fortsetzung nach den bisherigen Untersuchungen überhaupt wahrscheinlich wäre *).

Was die zweite Kobaltspecies angeht, so ist diese, wie schon gesagt, aller Wahrscheinlichkeit nach das Mineral, wovon Breithaupt das derbe Vorkommen beschrieben hat. Meines Wissens bin ich der Erste gewesen, der die Aufmerksamkeit auf die Krystalle dieser Species hingeleitet hat; ob sich diese Krystalle erst in den späteren Jahren gefunden haben, oder ob sie ihres seltnern Vorkommens wegen bis dahin übersehen worden sind, will ich unentschieden lassen. Schon allein der Farbe nach unterschied ich längst drei Kobaltarten mit ihren eigenthümlichen Krystallisationen; den Glanzkobalt, röthlichweifs, den Kobaltarsenikkies mit seiner bleigrauen, matten, schmutzigen Farbe, die selbst bei Krystallen mit einigem Glanze noch unverkennbar bleibt, und endlich die dritte Species mit ihrem zinnweifsen, stechenden Metallglanze, bei dem das Auge mit Wohlgefallen verweilt. Das Rösten dieser drei Kobaltarten in einer offenen Glasröhre und ihr Verhalten dabei läfst auch schon auf ihre nicht unwesentliche Verschiedenheit schliefsen.

*) Man vergleiche Hrn. Scherer's Abhandlung in dem oben citirten Bande von Poggendorfs Annalen.

Herr Scheerer unterwarf auch diese zweite Art des Kobalts einer vollständigen Analyse und der Ausfall derselben bestätigte vollkommen die Vermuthung, dafs man es mit drei verschiedenen Species zu thun habe, nämlich Glanzkobalt, Kobaltarsenikkies und die hier noch etwas näher zu betrachtende, von Scheerer Arsenikkobaltkies genannte Art, welche diesem Chemiker zufolge besteht aus:

| | |
|---|---|
| Arsenik . . . | 77,84 |
| Kobalt . . . | 20,01 |
| Schwefel . . . | 0,69 |
| Eisen . . . . | 1,51 |
| Kupfer . . . . | Spur |
| | 100,05 |

entsprechend der Formel $CoAs^3$.

Wöhler ist ziemlich genau zu denselben Resultaten gekommen, findet aber den von Scheerer vorgeschlagenen Namen Arsenikkobaltkies wenig passend. Als Ergänzung zu beiden Mittheilungen füge ich hinzu, dafs der derbe Arsenikkobaltkies sich zuweilen in convexen gestossenen Partkieen findet, so wie die von Scheerer berührten zusammengewachsenen krystalle nicht allein vom Arsenikkobaltkiese und Kobaltglanze vorkommen, sondern auch von jeder der drei Sorten unter einander, und von allen dreien zusammengenommen. Wenn Hr Professor Wöhler es auffallend findet, dafs keines dieser Minerahien Nickel enthält, so sei hier angeführt, dafs die Betriebsbeamten des Modumer Blaufarbenwerks in neuerer Zeit bei verschiedenem Gelegenheiten Nickelgehalt darin bemerkt haben wollen, wie denn auch in älteren Notizen hier und da der Bildung nickelhaltiger Speise beim Farbengewerbe gedacht wird. Hinsichtlich der specielleren Unterscheidung dieser beiden abweichenden Kobaltarten verweise ich auf die oben citirten Abhandlungen der Herrn Scheerer und Wöhler, und bemerke nur noch, dafs die Skelettreder formen nicht allein von ihnen, sondern auch vom regulären Glanzkobalt, mitunter ausgezeichnete krystalle be-

fern, deren Hauptaxen bei letzterm und dem Kobaltarsenikkiese eine Länge von einigen Zollen erreichen, während der gröfste mir bisher bekannte Krystall des Arsenikkobaltkieses, ein schönes Octaëder mit Leucitoëderflächen, nur etwa $\frac{3}{4}$ Zoll zur Hauptaxe hat.

§. 3. Erstreckung der Kobaltbänder nach Mächtigkeit, Streichen und Fallen. — Seitenbänder.

Zum bessern Verstehen dieses Abschnitts lasse ich eine Situationskarte über das hier betreffende Terrain mitfolgen, in einer Längenerstreckung von mehr als $\frac{5}{4}$ deutschen Meilen. Dieselbe umfafst das westliche oder Hauptkobaltband von seinem südlichen Ausgehenden bei Muggerud bis zum jetzt bekannten nördlichen Ausgehenden bei Heggeböck mit den Skuterud- und Saastadgruben, sammt den Jupedals- Devigkollens- Svartefjelds- Svendbye- u. Häggeböck-Schürfen, wovon, wie schon in der Einleitung bemerkt, die Gruben dem Modumer und die Schürfe dem neuen Snarumer Blaufarbenwerke zugehören. Ferner das östliche Kobaltband oder das erste Seitenband, welches noch Spur von Kobalt führt, mit den Olasbye- Backen- und Gubberud-Schürfen, die fast alle dem letztgenannten Werke angehören. Dieses Band erstreckt sich weiter südlich über die Gränze der Karte hinaus, wo es z. B. etwas Kobalterz auf dem Hofe Oedenäs führt, der circa 1500 Ellen östlich vom Hofe Skuterud liegt. Die westliche und östliche Lage dieser Erzlagerstätten bezieht sich auf den zwischen ihnen liegenden Snarums-Flufs. Die ganze Karte ist mit möglichster Genauigkeit zum vorliegenden Behufe aufgenommen worden, und nur die Lage der Langerud- Svendbye- und Korsbönhöfe mit ihrer Situation zwischen dem Snarums-Flusse und Svartefjeld mufste nach Verlauf von mehreren Jahren aus dem Gedächtnisse hinzugefügt werden. Was die mitfolgenden Gebirgshöhen betrifft, so sollen sie nur ein ungefähres Bild vom Charakter des Ge-

bürgszuges geben, auf dessen Rücken sich das westliche Kobaltband hinzieht; doch beruhen die Höhen der Skuteruder Süd- Mittel- (Mellem-) und Nordgruben, so wie der Middagshville- und Middagskollengrube auf wirklichen Nivellements. Dies zur nöthigen Erläuterung der Karte und deren Zweck.

Ich gehe nun zur Betrachtung des Hauptkobaltbandes auf der westlichen Seite des Snarums-Flusses über. Obschon spätere Aufschürfungen auch über die Mächtigkeit desselben noch wesentliche Aufklärungen gegeben haben, die sich hin und wieder bis auf mehr als 500 Ellen beläuft, so war man hierüber in früheren Jahren doch nicht so ganz im Ungewissen, da schon Vidtloch, der Entdecker des Kobaltesses auf Modum, bekannt damit war. Ueber die Erstreckung des Bandes, in Länge und Tiefe dagegen, hatte man noch vor Kurzem höchst mangelvolle Begriffe, unerachtet der Grubenbau bereits über ein halbes Jahrhundert darauf betrieben war. Was die Längenerstreckung oder das Streichen angeht, so suchte man die Fortsetzung der Skuteruder und Saastader (Middagshville) Erzlagerstätte, welche auf der westlichen Seite des Snarum-Flusses liegt (Siehe die Karte), nach Norden zu auf der östlichen Seite desselben, nahm also an, daß sie bemeldeten Fluß durchschnitte. Ich selbst gab mich lange blindlings dieser verjährten Ansicht hin, unerachtet sich auch auf der westlichen Seite von Middagshville weg nach Norden zu auf den Höfen Hoede, Langerud und Korsbön in fast meilenlanger Erstreckung Kobaltschürfe fanden, so wie auf der östlichen Seite des Flusses gerade gegenüber von Skuterud ebenfalls nach Süden auf dem Hofe Oedenäs. Die hieraus folgende isolirte Lage dieser westlichen Schürfe nach Norden und der östlichen nach Süden, wenn man das Streichen des Hauptbandes von den Skuterud- und Saastadgruben weg über den Fluß hinüber nach dem Hofe Lofthuus bei der Snarumer Annenkirche zu haben glaubte,

machte mich zuerst auf die Möglichkeit eines andern Verhaltens aufmerksam. Eine geometrische Vermessung des ganzen Terrains, so wie namentlich eine genauere Beachtung des Streichens der Gebirgsschichten brachte mich denn endlich zu der festen Ueberzeugung, dafs das Streichen des Hauptkobaltbandes ausschliefslich auf der westlichen Seite des Snarums-Flusses zu suchen sei, und dafs alle von Skuterud bis Korsbön bekannten Kobaltschürfe demselben angehören. Die Schürfe auf der östlichen Seite des Flusses dagegen liegen auf einem Seiten- oder Nebenbande, welches fast ununterbrochen von den Höfen Olasbye und Lofthuus über Hilsen, Gundhuus und Skretteberg bis nach dem früher bezeichneten Hofe Oedenäs östlich von Skuterud verfolgt werden kann.

Hinsichtlich der Erstreckung des Erzbandes nach dem Fallen oder in die Tiefe nahm man bis zu meiner Ankunft auf Modum als feste Regel an, dafs es bei etwa 8 Lachter aufhöre, da man in dieser, und ab und zu noch geringerer Teufe gewöhnlich auf taube Felsmittel traf. Meine Erfahrungen über das Verhalten andrer ähnlicher Erzlagerstätten, welche erst neulich noch durch Untersuchung des ganz analogen Kobaltlagers zu Vena bei Askersund in Schweden bereichert worden waren, liefsen mir inzwischen bald die Ansicht gewinnen, dafs das Vorkommen des Kobalterzes sich auf gröfsere Tiefe erstrecken möchte, was sich denn auch vollkommen bestätigt hat. Ich legte nämlich bei den Nordgruben den Ludwigsstollen an, der unter dem höchsten Punkte des Lagers bei der Grube No. 3 etwa 25 Lachter einbringt, und fand das Erz hier vor. Der Hoffnungsstollen (Forhaabenigs-Stoll) bei den Mittelgruben, mehrere Lachter tiefer als der Ludwigsstollen, eröffnete reiches Erz, welches beim Absinken unter seiner Sohle bis zu 12 Lachter Tiefe noch fortwährend anhielt. Endlich erreichte der tiefe Beneckestollen (dessen gröfste Teufe unter der Nordgrube No. 3 einige 60 Lachter ein-

bringt) bei den Südgruben das Erzband in einer Tiefe von 30 Lachtern, wodurch es nun genugsam erwiesen war, dafs der Kobalt in noch gröfsere Tiefe niedersetzt: denn er fand sich in der Sohle dieses tiefen Stollns auf dieselbe Weise, wie in der obern Teufe. Doch habe ich nirgends wahrgenommen, dafs die Reichhaltigkeit des Lagers mit der Tiefe zugenommen hätte. Dem unerachtet ist nun gleichwohl ein fast unerschöpflicher Vorrath von Erzen aufgeschlossen, welcher Umstand nicht wenig dazu beigetragen hat, das Werk von einem baldigen Erliegen zu retten: denn bei der im Durchschnitte grofsen Armuth der Lagerstätte würde man, eingeschränkt auf einen nur 8 Lachter tiefen Abbau, unter dem starken Betriebe der spätern Jahre bald zu Ende gekommen sein.

Dafs das Hauptband von mehreren Seitenbändern begleitet wird, habe ich schon mehrmals erwähnt, und darunter auch das erste und wichtigste auf der östlichen Seite des Snarum-Flusses, welches zum gröfsten Theile auch auf der mitfolgenden Karte angegeben ist, bereits theilweise beschrieben und kann dazu kaum mehr hinzufügen, als dafs der deutliche Parallelismus, der dieses Band mit dem Hauptbande bildet, bemerkswerth ist. Dasselbe ist, wie schon die Karte erweist, von geringerer Mächtigkeit; doch finden sich Spuren auch weiter östlich z. B. von den Höfen Guldhaugen und Hilsen. Verschiedene Aufschürfungen zwischen dem Snarumflusse und dem Vikersund-Fjord, unter Anderm auf den Höfen Flennum Skjärdalen u. s. w., beweisen das Vorhandensein von noch mehreren Seitenbändern. Aber wie schon das erste nur noch Spur von Kobaltgehalt zeigt, so bestehen die andern meines Wissens ausschliefslich nur aus Arsenikkies ohne Kobaltgehalt, obschon man in den letzteren Jahren auf Ringerige in allen Kupfer- oder Eisenschürfen, im Streichen dieser Seitenbänder, geringhaltige Kobalterze gefunden haben will. Vom Hauptbande nach Westen ist mir kein Seitenband bekannt.

## §. 4. Ueber auf- und inliegende unhaltige Felsmassen. Armuth und Unregelmäfsigkeit der Kobaltbänder.

Selten findet sich eine Erzlagerstätte, von welcher Art sie immer sein möge, frei von tauben Mitteln, unhaltigen aufliegenden Felslagen oder dergl., wie vielmehr mufs dies nicht der Fall bei einer Lagerstätte sein, wo die Erzführung nur zerstreut und ärmlich zwischen den Schichten, und zwar in grofsen Erstreckungen, auftritt. Die tauben Mittel sind hier zuweilen von sehr bedeutender Ausdehnung, und Beispiele, dafs man jahrelang an der Wegschaffung derselben hat arbeiten müssen, sind nicht selten vorgekommen. Sobald diese Mittel aus der eigentlichen Lagermasse bestehen, so verschwindet das Erz allmälig und findet sich eben so wieder ein *), namentlich wenn das Gestein quarzig ist. Dagegen bildet, wie schon früher bemerkt, der schwarze Glimmer völlig isolirte obschon regelrechte Einlagerungen, die Erzführung scharf und plötzlich abschneidend. Als ganz fremdartige und regellose Gäste durchsetzen mehrere Granitgänge die Nordgruben **); dieselben setzen ununterbrochen in die jetzt bekannte Teufe nieder und führen keine Spur von Erz. Die zuerst angeführten tauben Mittel finden sich eben sowohl auf als in der Lagerstätte, und bedecken dann gewissermaafsen die erzführenden Schichten in gröfserer und geringerer Erstreckung; der Bergmann nennt sie in solchem Falle „Grauberg" (Fels). Diese unhaltigen Felsmittel haben die erste Veranlassung gegeben, dafs man das Erzvorkommen auf eine so geringe Teufe beschränkt glaubte: denn nach wenigen Lachtern Absinken kam man immer bald auf ein solches Mittel und vermeinte da ans Ende des Lagers

*) Archiv 1832. Bd. IV. S. 280.

**) Ebendaselbst S. 277.

gekommen zu sein, zumal da die taube Parthie oft bedeutende Mächtigkeit hatte. Noch ehe ich das Erz durch Stollen in verhältnifsmäfsig grofser Tiefe gefunden hatte, bekämpfte ich dieses Vorurtheil, und indem ich unverdrossen die Felsmittel durchbrechen liefs, fand ich den Kobalt unter denselben wieder.

Aufser diesen gröfseren unhaltigen Lagen findet im kleinern Mafsstabe ein steter Wechsel zwischen Erz- und Felsparthieen statt, wobei die leztern sogar die erstern überwiegen. Sämmtliche Erzparthieen pflegen dem Streichen und Fallen, sowie der Mächtigkeit des Bandes nach unter einander zusammen zu hängen, so dafs man sich die ganze Erzlagerstätte streifenweise aus unregelmäfsigen Fels- und Erzparthieen zusammengesetzt denken kann. Nimmt man nun alles dies in Betrachtung in Verbindung mit dem Umstande, dafs sich das Erzvorkommnifs hier überhaupt nicht lagerartig concentrirt, sondern nur weitläufig zerstreut zwischen den Gebirgsschichten findet, so ist es begreiflich, dafs diese Lagerstätten durchschnittlich sehr arm genannt werden müssen, und Hausmanns Aeufserung*), dafs die Kongsberger Fahlbänder den Namen Erzlager nicht verdienen, ist auch auf sie anwendbar, da in ihnen sowohl wie bei jenen die Masse des Gebirges bei weitem vorwaltend ist. Zufolge genauer Untersuchungen im J. 1840 fand ich, dafs im Laufe eines Jahres 200,000 Tonnen (1 Tonne = 8 rheinl. Cubikfufs) Lagermasse losgebrochen wurden, woraus 6000 Tonnen Kobaltpocherze fielen; also aus 100 Tonnen Gangmasse 3 Tonnen oder 3 Proc. Pocherz. Ferner gaben 100 Pfd. von diesen Pocherzen durchschnittlich 2 Pfd. oder 3 Proc. Kobaltschliech. Bei der Anwendung dieses Schliechs in der Fabrication hat man noch einen Verlust von 25 bis 30 Proc. an Eisen, Schwefel und Arsenik. Aus den spätern Produktionstabellen wird sich

*) Reise durch Skandinavien. Bd. II, S. 13.

aufserdem noch ergeben, wie aufserordentlich gering die Gewinnung reicherer Erze im Verhältnisse zu der grofsen Masse von armen Pocherzen ist. Und selbst die reichsten Erze, wovon nur wenige Tonnen fallen, geben nur etwa 150 Pfd. Schliech pro Tonne à 800 Pfd. Die natürliche Folge dieser Armuth der Lagermasse ist, dafs man eines übertrieben grofsen Arbeitsbeleges bedarf, um Material zu der gewöhnlichen jährlichen Fabrication eines z. B. Sächsischen Blaufarbenwerks von etwa 3000 Ctr. zu schaffen, und dafs jährlich sehr grofse Räume abgebaut werden.

Das durchschnittliche Generalstreichen des Hauptkobaltbandes geht in hor. $11\frac{1}{2}$; aber oft bemerkt man selbst in einer Distance von wenigen Lachtern auch Abweichungen von mehreren Stunden, so dafs das Streichen zwischen hor. $10\frac{1}{2}$ bis hor. 2 wechselnd angenommen werden kann. Das Erzband ist in dieser Beziehung meistentheils von der Richtung der Gebirgsschichten abhängig, und macht hievon nur einzelne Ausnahmen zufolge einiger Eigenthümlichkeiten in der Fahlbandbildung.

Verrückungen des Lagers habe ich nirgends bemerkt, unerachtet die weit mehr westliche Lage desselben, nördlich von den Saastadgruben, wohl dergleichen vermuthen lassen könnte. Diese Erscheinung erklärt sich aber sehr leicht und natürlich, wenn man von bemeldeten Gruben ab die sich allmälig in ein westlicheres Streichen einrichtenden Gebirgsschichten beobachtet. Zu diesem Behufe findet man auf der Karte einen Theil Streich- und Fallobservationen angebracht. Selbst die oft mehrere Lachter mächtigen von Ost nach West streichenden Granitgänge bei den Nordgruben scheinen nicht die mindeste Verrückung bewirkt zu haben. Hinsichtlich der Abweichungen in der Mächtigkeit des Lagers läfst sich kaum etwas Bestimmtes sagen, da an den Stellen, wo es zuweilen selbst bis auf wenige Lachter zusammengedrückt zu sein scheint, vielleicht nur eine unvollständige Aufschürfung die Wahrnehmung der vorhandenen

Breite verhindert. Denn es muſs noch bemerkt werden, daſs es zuweilen kaum möglich ist, zwischen dem Seiten- und Bandgesteine zu unterscheiden, wenn von einer präcisen Gränze die Rede ist, da beide in einander verlaufen, während es doch im Allgemeinen nur einiger Uebung bedarf, um unter allen Umständen sogleich das Vorhandensein des Kobaltfahlbandes zu erkennen, welches sich durch gröſsern Reichthum an Quarz und durch die Eigenthümlichkeit der mit Schwefelmetallen imprägnirten und häufig stark verwitterten Schichten auszeichnet.

Das Fallen des Bandes ist östlich und steil, in der Regel circa 75 Grade, in seltnen Fällen 30 — 40 Grade; inzwischen kann man als Ausnahme es auch unter eben so vielen Graden nach Westen einfallen sehen, wie es denn zuweilen auch auf dem Kopfe steht. Wenn das Streichen der Schichten sich seinen Extremen nähert, so wird das Fallen anscheinend fast südlich oder nördlich. Zuweilen wird die Schichtung ganz durch massige Structur verdrängt.

## §. 5. Ueber die Analogie der Kobaltbänder mit den Kongsberger Fahlbändern. Einige allgemeine Betrachtungen über Fahlbänder überhaupt.

Daſs die Kobaltlagerstätten auf Modum in die Kategorie der Kongsberger Fahlbänder gehören, ist schon angeführt worden; die speciellere Beschreibung dieser letztern von Hausmann *), Keilhau und Andern **) ist daher fast wörtlich auch auf die erstern anwendbar. Was die Uebereinstimmung zwischen den bemeldeten Gebilden in ihren

*) A. a. O. S. 12.

**) Indstilling fra Commissionen til Undersøgelse af Kongsberg Sølvverk, af Wedel Jarlsberg, Blom Aall, Keilhau og Lammers; in wie Archiv Bd. XII S. 277 1859

geognostischen Verhältnissen noch vollständiger macht, ist der Umstand, dafs ich in spätern Jahren das westliche Kobaltband in mehren Gruben von Gängen durchsetzt fand, die von Ost nach West streichen, Kalkspath und Quarz, zum Theil in Drusen, samt Kiesen und silberhaltigem Bleiglanz führen und zuweilen eine Mächtigkeit von beinahe ¼ Lachter erreichen. Dabei findet auch eine flüchtige Aehnlichkeit zwischen dem äufsern Auftreten beider Lagerstätten statt, indem das Hauptfahlband bei Kongsberg auf dem sogenannten Oberberge ebenfalls von mehren einigermaafsen parallelen Seitenbändern begleitet wird, in welcher Beziehung namentlich das Fahlband des Ober- und Unterbergs im Kongsberger Reviere mit dem westlichen und östlichen Kobaltbande auf Modum zusammengestellt werden kann *). Der wesentlichste Unterschied zwischen beiden Lagerstätten, der doch keinen Einfluſs auf ihre analoge geognostische Construction hat, besteht darin, erstens dafs das Kobalterz in den Modumer Bändern zum gröfsern Theile die übrigen Schwefelmetalle ersetzt oder vertritt, welche die Kongsberger Fahlbänder so präcis charakterisiren, und zweitens dafs diese letztern die weltberühmten reichen Silbergänge enthalten; beide Verhältnisse sind doch in dem Sinne, worin eine Vergleichung hier angestellt worden, nur als zufällige Eigenthümlichkeiten zu betrachten.

Nachdem das Vorstehende niedergeschrieben war, fand ich zufällig in einem der Ober-Bergamts-Journale des Silberwerks vom J. 1799 eine historische Notiz über denselben Gegenstand, die hier angeführt zu werden verdient; daraus ersieht man auch, dafs wenigstens die ältern Kongsberger Bergleute schon eine Idee von der fahlbandartigen Natur der Modumer Lagerstätten hatten. Man wird sich erinnern, dafs weiter oben von Seitenbändern die Rede war,

*) Vergl. Hausmann's Reise durch Skandinavien Bd. II. Tab. I. so wie Archiv 1839, Bd. XII. Tab. VI.

die ziemlich parallel mit dem Hauptbande streichen, und wovon unter Andern auf Modum eins auf dem Hofe Skjördalen angeführt wurde. Man sieht in obigem Journale unter No. 1092. Folgendes notirt: „Der Hüttenmeister Büchler beim Blaufarbenwerke meldet, daß er mit zwei Schäfern (die ihm bei dieser Veranlassung von Kongsberg zugesandt waren), das auf dem Hofe Skjördalen aufgefundene Fahlband untersucht und sogleich Bleiglanz und braune Blende in einem Quergange gefunden habe. Etwas weiter nach Norden entdeckte er einige Ausläufer vom Hauptgange, die aus Spath und Quarz mit eingesprengtem Bleiglanze, Kies und brauner Blende bestanden und 2½ Loth Silbergehalt pro Ctr. enthielten."

Ich erlaube mir nun schließlich noch einige allgemeine Betrachtungen über Fahlbänder überhaupt. Die Lehrbücher der Geognosie geben uns meines Wissens keinen Aufschluß darüber, was man eigentlich unter einem Fahlbande versteht; vielleicht findet sich dieser Name in seiner wahren Bedeutung nicht ein Mal in irgend einem derselben erwähnt. Und doch scheinen diese Gebilde einen Platz neben den Erzlagern und Erzstöcken zu verdienen, was ich im Nachstehenden zu erweisen versuchen will. Der ursprüngliche Fundort der Fahlbänder ist wie bekannt in Norwegen und sind dieselben daher hauptsächlich in Localbeschreibungen über Kongsberg silberführende Formationen genannt worden. Es bedarf nämlich kaum der Erwähnung, daß die Kongsberger Silbergänge stets in Verbindung mit diesen sogenannten Fahlbändern gefunden werden, indem jene die letztern durchsetzen und dann in den Durchsetzungspunkten vorzugsweise und fast nur allein silberhaltig sind. Hierüber haben namentlich Hausmann und Keilhau ausführliche Mittheilungen geliefert *)

*) Hausmann l. c., und meine Mittheilungen über Kongsberger Silberwerk im Archiv Bd. VII 1839

Obgleich nun die Fahlbänder bisher immer nur als ein ganz specielles und lokales Vorkommen in der Kongsberger Formation angeführt wurden, so habe ich bei genauerem Studium derselben und nach angestellter Vergleichung ihrer Individualität mit einem Theile Lagerstätten in Schweden und Rufsland doch die Ueberzeugung bekommen, dafs sie auch in andern Ländern vorhanden sind. Sobald aber das Vorkommen von dergleichen Lagerstätten nicht auf eine einzelne Stelle beschränkt ist, sondern sich unter ganz ähnlichen Verhältnissen anderwärts wiederholt, so möchten sie wohl als selbstständige Klasse Anspruch auf Einrangirung in das System der besondern Lagerstätten haben, in welchem sie gewifs nur ihrer geringen Bekanntschaft wegen bisher übergangen worden sind. Wenn dieser Beitrag zur Charakteristik der Fahlbänder übrigens nur sehr gering ist, so beschränkt sich seine Bestimmung auch nur darauf, die Aufmerksamkeit anderer Naturforscher auf dieses Thema zu leiten, da ich nicht daran zweifle, dafs Fahlbandgebilde weit mehr verbreitet sind, als bisher angenommen, und dafs zugleich ein Theil von sogenannten Erzlagern unrichtig für solche angesprochen wird, während es sich bei näherer Untersuchung ergeben möchte, dafs sie zur Kategorie der Fahlbänder gehören.

Nach den Mittheilungen der obengenannten Geognosten und zufolge meiner eignen Localkenntnifs bestehen die Gebirge in der Umgegend von Kongsberg meistentheils aus schiefrigen Bergarten, namentlich aus Gneifs, Glimmer-, Hornblende-, Talk- und Chloritschiefer, deren Schichten steil einschiefsen mit einem geringen constanten Fallen nach Osten, ausnahmsweise zuweilen nach Westen oder auf dem Kopfe stehend, und ziemlich bestimmt von Süden nach Norden streichend. In diesen Gebirgsarten nun zeichnen sich gewisse Strecken zum Theil von bedeutender Länge und Breite dadurch aus, dafs ihre Massen ganz mit Schwefelmetallen durchsprengt sind, besonders mit Eisen-

blen, Kupferkies und Zinkblende, samt außerdem mit etwas Bleiglanz und Silber. Im Ganzen sind diese Schwefelmetalle in so feinen Partikeln in den betreffenden Schichten vertheilt, daß man ihre Gegenwart kaum ahnen würde, wenn nicht ihre große Geneigtheit zur Verwitterung fast überall den entblößten Gebirgsschichten ein auffallend fahles und aufgelöstes Ansehen mittheilte, das sich hin und wieder bis zu einer schmutzig braungelben, rostigen Farbe steigert, welche Verwitterung noch wesentlich durch den bereits erwähnten Umstand befördert wird, daß die Schichten beinahe auf dem Kopfe stehend zu Tage ausgehen. Zuweilen finden sich doch auch reichere Erzausscheidungen zwischen den Schichten, so daß selbst Grubenbau darauf betrieben worden ist, z. B. die Kupferschürfe auf Vinderen und bei Grèslie in Stumedalen, die sogenannte Kiesgrube in Sundevär und mehre andere.

Diesen mehr oder weniger metallreichen Schichtenpartien oder Zonen, wie man sie glaube ich am richtigsten benennen möchte, haben unsere Verfahren den Namen Fahlbänder beigelegt; sie sind das eigentliche Muttergestein der Kongsberger Silbergänge. Ihre Länge erstreckt sich zum Theil sogar bis auf einige Meilen, ihre Breite von einigen bis auf über 1000 Fuß; doch läßt sich kaum etwas Positives über ihre Dimensionen anführen, da vielfache Bedeckungen von Dammerde, Wald, Moräste u. s. w. die ununterbrochene Observation ihrer Fortsetzung verhindern. So viel ist gewiß, daß sie an entblößten Stellen auch häufig mit metallfreien, unveränderten Gebirgslagen wechseln, welche Lagen doch, wenn sie nicht gerade wirklich fremdartige Einlagerungen sind, in der Regel sowohl in ihren Längen- als Tiefenerstreckungen wieder zu Fahlbandschichten übergehen, so daß man auch die ganze zu einem Fahlbande gehörige Masse als ein Gebilde denken kann, dessen Schichten nach Streichen und Fallen abwechselnd aus metallführenden und leeren Partien bestehen.

Ob diese letztern netzförmig oder nur streifenweise mit einander wechseln, möchte schwierig zu entscheiden sein, eben so ob die kleinern Fahlbänder von zuweilen nur wenigen Fufs Mächtigkeit und geringer Längenerstreckung als selbstständige Begleiter der gröfsern, oder unter allen Umständen blos als Theile von letztern zu betrachten sind; ich meinerseits rechne alle zusammenhängenden und zum Theil selbst isolirte fahlbandartige Parthien, die sich in einer gewissen Zone gesammelt befinden, zu einem und demselben Fahlbande.

Von eigentlichen Fahlbandzonen kennt man in der Umgegend von Kongsberg etwa sieben, wovon die wichtigsten ziemlich parallel neben einander liegen, als Folge von ihrem Gebundensein an das Streichen der Gebirgsschichten, wie namentlich die Fahlbänder des Ober- und Unterbergs; einige andere möchten nur als die Fortsetzungen dieser beiden in gröfserer Entfernung zu betrachten sein. Das Oberbergs-Fahlband ist in jeder Beziehung das Hauptband, die übrigen sind nur Neben- oder Seitenbänder, die mit zunehmender Entfernung vom Hauptbande auch an Bedeutung verlieren. Wo die Gebirgsarten nicht schiefrig sind, oder wo ihre Schichten unregelmäfsig und verwirrt erscheinen, da tritt derselbe Charakter beim Fahlbande hervor, ein sicherer Beweis, dafs diese Bänder stets in einem correspondirenden Verhältnisse zu den Gebirgsschichten stehen. Ungewöhnliche Erweiterungen und Zusammenkneipungen derselben sind ebenfalls nicht selten. Was ferner noch ihren Erzgehalt angeht, so ist dieser durchschnittlich höchst gering; aufser den schon erwähnten wenigen Stellen, wo sich die Erzmasse fast lagerartig concentrirt hat, und aufser häufigern nierenförmigen Erzausscheidungen hat man es nur mit einer ziemlich armen Anschwängerung der Gebirgsschichten mit groben und feinen Metallpartikeln zu thun.

Bis zu welcher Tiefe die Fahlbänder niedergehen, ist

gänzlich unbekannt, da selbst die tiefsten Gruben noch keine Vermuthung über ihr Aufhören gestatten. Die neben einander hinstreichenden bedeutendern Bänder werden durch mehre 110 Lachter mächtige Felslagen getrennt, die sich sogleich durch ihr frischeres, unverwittertes Aussehen unterscheiden lassen. Die verblichene und aufgelöste Oberfläche der Fahlbänder ist für den geübten Schürfer und Bergmann allerdings ein wesentliches Kennzeichen, um sich beim ersten Blicke vom Vorhandensein derselben zu überzeugen; zugleich lassen sich hiernach beinahe nur allein die ungefähren Gränzen solcher Bänder bestimmen, da sich ihr Metallgehalt so allmälig verliert, dafs eine präcise Scheidung zwischen dem Band- und Nebengesteine oft gar nicht zu finden ist. Indessen darf deswegen nicht angenommen werden, dafs diese eigenthümliche Farbe der Fahlbands-Oberfläche ein unerläfsliches Bedingnifs für jeden einzelnen Theil einer solchen Lagerstätte sei. Unentblöfste oder sehr quarzreiche Parthien derselben haben in der Regel auch eine unverwitterte Oberfläche. Dennoch habe ich geglaubt, von dem verwitterten Aussehen und der fahlen Farbe den Namen Fahlband herleiten zu können. Denn bekanntlich waren deutsche Bergleute die ersten Bebauer der Kongsberger Silbergänge, und dafs jene das verwitterte, grau-gelbliche und gelblich-braune Gestein, worin diese über Tage aufsetzen, ein fahles Band nannten, scheint mir so einleuchtend zu sein, dafs ich mich ohne Bedenken für diese Schreibart entschieden habe, obgleich man bisher fast immer Fallband (Faldband) geschrieben hat *).

*) Dafs das Wort fahl nicht allein grau, verschossen, verblichen oder dergleichen bedeutet, — in welcher Beziehung es durch auch als das rechte Epitheton erscheint, wenn die Rede von Auflösung und Verwitterung der Fahlbänder ist, — sondern auch schmutzig gelb und roth, bräunlich, rostartig u. s. w., welche sämmtlichen Farbennüancen die Oberfläche der Fahlbänder

Endlich bemerke ich nur noch, dafs das Auftreten der Silbergänge, wie schon früher angedeutet, keineswegs als ein wesentlicher, sondern nur als ein zufälliger Umstand in Betrachtung kommen kann, wenn man einen Begriff von der Natur der Fahlbänder im Allgemeinen und der Kongsberger insbesondere zu geben sucht: denn es ist bekannt genug, dafs die Fahlbänder vorhanden sein können ohne Gänge, wogegen diese letztern fast ausschliefslich nur auf ihrer Kreuzungslinie mit den Fahlbändern edel werden. Diese Gänge stehen daher hinsichtlich ihrer Erzführung

---

darbietet, bezeugen z. B. sowohl Heinsius volksthümliches Wörterbuch der Deutschen Sprache, als Richters neuestes Berg- und Hüttenlexicon, Hartmanns Handwörterbuch der Mineralogie etc. bei analogen Benennungen gewisser Mineralien. Je reicher ein Band an Schwefelkies ist, desto stärker seine Neigung zur Verwitterung, desto häufiger zeigt seine Oberfläche eine vom schmutzig-gelben ins dunkelbräunliche sich verlaufende Farbe und einen rostartigen Beschlag, und desto gröfser ist die Hoffnung des Kongsberger Bergmanns auf silberreiche Gänge, weshalb man bildlich sagt: „das Fahlband blüht" („Fahlbaandet blanstrer"), was nach dem eben Erklärten doch keineswegs im Widerspruche mit der theilweisen Bedeutung von Fahl steht. — Die Schreibart Fallband leiten ältere Schriftsteller von Fällen ab, bei deutschen Bergleuten angeblich so viel als Schichten; ich mufs gestehen, dafs ich in dieser Benennung keine Meinung finde, so viel weniger, da der norwegische Bergmann seinerseits die Schichten der Gneifsformation gewöhnlich auch Bänder nennt, woraus folgen würde, dafs Fallband aus zwei Wörtern zusammengesetzt wäre, von denen jedes für sich ein und dasselbe, nämlich Schicht bedeuten soll. Meines Wissens versteht man in der deutschen Bergmannsterminologie unter Fällen auch nicht Schichten, sondern nur gewisse Schichtungsklüfte. — Uebrigens nennt man, wie bekannt, das Gestein auch faul, wenn es zerklüftet und aufgelöst ist, wie bei den Fahlbändern; möglicher Weise ist der Name faule Bänder nachgerade zu Fahl- und Fallbändern (Feldbaand) verändert oder corrumpirt worden.

offenbar in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnisse zu den Fahlbändern, nicht aber umgekehrt.

Nach dieser ausführlichen Darstellung über die Verhältnisse der Kongsberger, so wie theilweise der Modumer Fahlbänder, sei es mir erlaubt, noch auf einige Lagerstätten aufmerksam zu machen, die nichts mehr und nichts weniger als ebenfalls Fahlbänder sein möchten. Seiner Zeit habe ich die Analogie der Glanzkobalterze auf Modum in Norwegen und bei Vena unweit Askersund in Schweden nachgewiesen, damals beide Vorkommnisse noch für eigentliche Erzlager ansprechend *). Da es indessen späterhin aufser allem Zweifel gesetzt ist, dafs die Modumer Lagerstätten Fahlbänder sind, so gilt dasselbe zufolge ihrer analogen Verhältnisse natürlich auch für die Kobaltniederlagen bei Askersund. Eines Umstandes will ich hier noch gedenken, der seine Anwendung sowohl auf die Modumer als Venaer Lagerstätten findet. Das Grundgebirge derselben besteht nämlich nicht allein aus schiefrigen, deutlich geschichteten Felslagen, sondern auch aus quarzigen Parthien, in denen kaum irgend eine Schichtung wahrzunehmen ist. Die Erzführung der Fahlbänder geht nun ebensowohl durch die schiefrigen als die quarzigen oder ungeschichteten Parthien, in welchen letztern man vergebens nach dem richtigen Streichen der Erzbänder suchen würde, wenn man nicht wüfste, dafs es sich ganz conform mit den benachbarten Schieferschichten hält, in die sich aufserdem die quarzigen Massen im Vorfolge des Streichens in der Regel durch allmäligen Uebergang wieder auszurichten pflegen.

Herr Blode beschreibt eine Niederlage von Kupfer und Zinn bei Pitkaranda im Kreise Sandopol am Ufer des Ladogasees im Gouvernement Petersburg, die nach der mitgetheilten Charakteristik deutlich zur Kategorie der Fahl-

*) Archiv 1832, Bd. IV. S. 200.

bänder gehört. Eben so ergiebt sich, dafs man diese Lagerstätte gerade wie die Modumer erst für einen Gang und nachher für ein Lager ansprach, obschon auch der Begriff des letztern nicht recht daran passen wollte *).

Einige kurze Mittheilungen in Prof. A. Erman's Reise um die Welt geben endlich eine zuverlässige Andeutung über das Vorhandensein von Fahlbandgebilden am Ural, besonders in der Umgegend von Jekatharinenburg **).

Unerachtet nun diese wenigen Localthatsachen über Fahlbandvorkommnisse alle in nördlichen Gegenden zu Hause sind, so unterliegt es doch kaum irgend einem Zweifel, dafs sich auch in südlichern Ländern dergleichen fahlbandartige Lagerstätten finden, wenn man nur aufmerksam darauf sein will.

Am Schluss dieses Abschnitts habe ich nur noch folgende allgemeine Betrachtungen hinzuzufügen. Ob die Fahlbanderze gleichzeitiger Entstehung mit den Gebirgsschichten sind, worin sie sich befinden, dürfte sehr zweifelhaft sein, wogegen es klar ist, dafs die Fahlbandschichten selbst und die übrigen Gebirgsschichten gleiches Alter haben. Dabei steht es nicht zu leugnen, dafs die Fahlbänder verschiedene Eigenschaften mit andern Lagerstätten theilen. Demunerachtet haben die Geognosten in Monographien über die Kongsberger Fahlbänder diese nirgends in die Classe der Lager, Stöcke u. s. w. gesetzt, sondern ihrer, und das gewifs mit vollem Rechte, stets als einer eigenthümlichen Bildung erwähnt. Mit den Erzlagern haben sie zwar gemein, dafs sie dem Streichen und Fallen der Gebirgschichten folgen, aber sie unterscheiden sich von ihnen durch ihre ungewöhnliche Mächtigkeit, dadurch, dafs sie nach einer bedeutenden Erweiterung plötzlich gewis-

*) von Leonhard und Bronn Neues Jahrbuch 1836, 2. Heft, S. 197; 1837, 2. Heft, S. 178.

**) l. c. Bd. I. S. 309.

sermaaßen zusammenschrumpfen zu wenigen Lachtern, daß sie durchaus keine parallele concentrirte Erzmasse oder eine vom Nebengesteine verschiedene Gebirgsmasse zwischen den Schichten bilden, sondern daß sie nur aus einer gewissen Anzahl Schichten des Grundgebirges selbst bestehen, die mit Erzpartikeln sparsam angeschwängert sind. Diese Anschwängerung hört oft in einer Parthie Schichten auf und findet sich dann wieder ein; es ist dies ein Verschwinden und Wiedereintreten der Erztheile, woraus die oben berührte Einschrumpfung und Erweiterung des Bandes resultirt, und worunter man sich keine Ausheilung oder Ausweitung einer eigentlichen parallelflächigen Erzmasse zwischen bestimmten Schichten vorstellen muß.

Zuweilen zieht sich die ganze Mächtigkeit der Erzführung allmälig in die zur Seite liegenden Schichten hinüber, sie kann sich aber auch weiter hin wieder in ihr ursprüngliches Streichen einrichten. Exempel beiderlei Art bietet das westliche Kobaltband auf Modum dar. Vollständiges Verschwinden eines mächtigen Fahlbandes, oder eigentlich dessen Ausheilung, habe ich nur an einer einzigen Stelle zu beobachten Gelegenheit gehabt, nämlich am südlichen Ende des oben genannten Kobaltbandes. Hier verbleibt der östliche Rand desselben in seinem gewöhnlichen Streichen, indem die Gränze des Bandes dem Streichen der Gebirgsart folgt, aber auf der westlichen Seite, wo die Gränze zuletzt dadurch gebildet wird, daß das Erz nach gerade unter seinem Streichen nach Süden in den einzelnen Schichten aufhört, setzt diese Gränze quer über die Schichten, die sie unter einem spitzen Winkel mit der Ostgränze zusammenstößt.

Ferner unterscheiden sich die Fahlbänder von den Erzlagern dadurch, daß in der Regel kaum eine bestimmte Gränze zwischen ihnen und dem Nebengestein zu finden ist, indem auch die Erzführung in immer feinere und spärlichere Vertheilungen verläuft und so gewissermaaßen ein

Verwaschen des Bandgesteins ins Nebengestein statt findet; so wie durch die bedeutende Tiefe, in welche sie niedersetzen, indem sie z. B. auf Kongsberg schon in mehr als 230 Lachter Tiefe bekannt sind. Ihres steilen Fallens wollen wir nicht einmal gedenken (obschon dies auch eine Abweichung von den meisten und vielleicht von allen eigentlich stricten Lagern ist), da dies als eine natürliche Folge von der dem nordischen Urgebirge fast durchgängig eignen steilen Schichtenstellung angesehen werden kann.

Da in den Fahlbändern selbst wieder mehrere reichere Erzlagen unter einem gewissen Parallelismus neben einander hinstreichen, so könnte man geneigt sein, den Schlufs zu ziehen, dafs Fahlbänder nichts anders seien, als mehrere schmale parallele Erzlager in geringem Abstande von einander. Aber dieser Einwurf scheint vollkommen dadurch entkräftet zu werden, dafs diese reichern Erzlagen erstens durch die mehr und weniger starke Imprägnirung der zwischen ihnen liegenden Gebirgsschichten mit einander verbunden sind, so dafs auf diese Weise die reichere und ärmere Metallimprägnirung zusammen genommen ein einziges Ganzes ausmacht, und zweitens dadurch, dafs sie keineswegs als continuirlich fortsetzende parallele Erzlager zwischen den Gebirgsschichten erscheinen, sondern vielmehr aus einer Aneinanderreihung von unendlich vielen einzelnen Nieren oder Streifen nach dem Streichen und Fallen construirt werden. Diese Nieren schliefsen sich keineswegs stets an einander, vielmehr werden sie ab und zu durch kürzere und längere Distancen tauben Gesteins oder imprägnirter Masse von einander getrennt; aber immer scheinen ihre Längenachsen parallel mit dem Streichen der Schichten zu gehen, und mit einer fast bewunderungswürdigen Bestimmtheit pflegen sie sich selbst nach längerer Unterbrechung, sowohl im Streichen als nach der Tiefe zu, immer wieder in ihrer ursprünglichen Richtung vorzufinden.

Mit liegenden Stöcken haben die Fahlbänder theilweise die Imprägnirung der Gebirgsschichten gemein, dulden aber keinen Vergleich mit denselben hinsichtlich ihrer Dimensionen, Regelmäfsigkeit u. s. w. — Stückgebirge sind Erzmassen, welche der Verwitterung widerstanden haben, während das Nebengestein zerstört wurde; Fahlbänder sind dagegen weit stärker zur Verwitterung und Zertrümmerung geneigt, als ihr Nebengestein. Kurz und gut, es kommt mir vor, dafs die Fahlbänder wenigstens eben so viele Eigenthümlichkeiten darbieten, um in einer eigenen Classe aufgeführt zu werden, wie alle die verschiedenen Lagerstätten, die als selbstständige Gebilde passiren, unerachtet sie gewissermaafsen nur Modificationen von Lagern sind.

Die meiste Uebereinstimmung haben die Fahlbänder unstreitig mit den wirklichen Erzlagern. Bei ihrer nähern Untersuchung habe ich mich nie der Vorstellung entschlagen können, dafs sie ein Bild von einer in ihrem Fortschritt halbwegs ununterbrochnen und gehemmten Lagerbildung abgeben. Es scheint, als hätte das Material zu diesen Erzbändern nicht Zeit genug gehabt, sich auf einem engern Raum zu concentriren. Das Bestreben zu einer solchen Concentration war vorhanden zwischen den einzelnen Erzpartikeln vermöge ihrer gegenseitigen Anziehung; mechanische Hindernisse aber möchten die Vollendung dieses Ansammlungsprocesses unterbrochen haben, daher nun das zerstreute Vorkommen der einzelnen Metalltheile auf einer hin und wieder fast 200 Lachter breiten Zone, anstatt eines vielfach schmalern angereicherten Lagers. Ein Fahlband könnte also füglich der Anfang zu einem Lager — ein halbfertiges Lager genannt werden. Einen Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht findet man unter Andern in einem bemerkenswerthen Phänomen bei den Modumer Kobaltbändern. Ueberall nämlich, wo die früher erwähnten reichern Erzlagen auftreten, ist es eine ziemlich constante Erscheinung, dafs die umgebenden Schich-

ten fast ganz taub sind, während eine gleichmäfsige obschon spärliche Vertheilung der Erztheilung durch alle Schichten da statt findet, wo keine reichen Lagen vorhanden sind. Ein deutlicher Fingerzeig, dafs schon diese geringfügigen, untergeordneten und an gewisse Schichten gebundenen Erzansammlungen den Nachbarschichten ihren Metallgehalt entzogen und denselben an einzelnen Stellen concentrirt haben. Völlig eben so würde es mit der ganzen Bildung im Grofsen gegangen sein, wenn die sämmtlichen zu einer Fahlbandzone gehörigen Metalltheile nicht in dem bereits angefangenen Vereinigungsbestreben auf die eine oder andere Weise gehemmt worden wären. Der Bergmann möchte es dann hier mit einer bauwürdigeren, reicheren Masse zu thun bekommen haben, indem der gröfste Theil der jetzt mit Erz sparsam durchsprengten Schichten ihren Gehalt an ein mehr concentrirtes Erzlager abgegeben haben würde.

Hinsichtlich einer früheren Bemerkung, dafs Fahlbandgebilde sich eben sowohl in südlichen, wie in nördlichen Gegenden finden möchten, bleibt es doch immer bemerkenswerth, dafs alle Erzvorkommnisse des letztern Landstrichs meines Wissens fast durchgängig von einer lagerartigen und dabei immer ziemlich armen und zerstreuten also fahlbandartigen Natur sind. Diesen Charakter haben namentlich auch die bekanntesten Kupfer- Eisensteins- und Nikkelerzniederlagen in Norwegen. Es möchte hier am rechten Ort sein, eine Unrichtigkeit in Waldauf von Waldensteins vortrefflichem Werke „Ueber die besondern Lagerstätten" zu berichtigen, indem derselbe sagt (S. 68), dafs die Erzlagerstätten in Schweden fast alle zu den Lagern, jene in Norwegen aber zu den Gängen gehören. So weit mir bekannt, sind lagerartige Erzvorkommnisse in Norwegen eben so entschieden vorherrschend, wie in Schweden. Die einzigen nennenswerthen Gänge in der Urformation sind die Kongsberger, die sich dabei ihrer

ganz besondern Eigenthümlichkeit wegen noch sehr von andern Gängen unterscheiden. Dafs man in Norwegen selbst häufig von Gängen reden hört, beruht auf der schon erwähnten Gewohnheit der nordischen Bergleute, alle Erzbildungen Gänge zu nennen. Der sehr verdienstvolle, nun verstorbene Eisenwerksbesitzer Jacob Aall hat schon längst erwiesen *), dafs alle norwegischen Eisengruben, namentlich die bei Arendal, auf Lagern und nicht auf Gängen getrieben werden. Und dafs diese Eisensteinslager gewifs weit häufiger, als bisher observirt worden, von fahlbandartiger Natur sind, können wir mit gutem Grunde annehmen **). Doch findet sich das Eisen noch am meisten in mehr angesammelten Massen in den Norwegischen Gebirgen, ohne dafs ich zu entscheiden wage, ob dies eine Folge von gröfserm Ueberflusse an vorhandenem Materiale, oder von einer gröfsern Affinität der Partikeln des Materials unter einander, die seiner Zeit eine schnellere Concentrirung der in den Gebirgsschichten zerstreuten Erztheile begünstigte, gewesen sein möchte, oder ob vielleicht beide Theile des Ihrige dabei gethan haben mögen. Bauen nun, wie wir gesehen haben, die Kobalt-, Kupfer-, Eisen- und Nickelgruben von Norwegen auf Lagern, oder eigentlich auf Fahlbändern, so hat man eben keinen Grund zu sagen,

---

*) Om Jernmalmleier og Jerntilvirkningen i Norge. Kjøbenhavn 1806.

**) Schon oben wurde in Beziehung hierauf Professor Keilhaus Abhandlung im „Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Bd III S. 201—203" citirt. Eben so ist nachzulesen, was Scheerer hinsichtlich der fahlbandartigen Beschaffenheit von norwegischen Eisensteinsniederlagen in von Leonhard's und Bronns Jahrbuche für 1843, S. 643—664, auch im „Nyt Mag. f. Naturv. Bd IV. S. 135—158 angeführt hat, so wie desselben Verfassers Mittheilung in letzt genannter Schrift S. 177—181 über das Vorkommen der Nickelerze in Fahlbändern z. B. bei der Kapedals See.

dafs Gänge in diesem Lande die vorherrschende Lagerstätten seien.

Aufser was hinsichtlich der Situationskarte in §. 3 angeführt ist, bitte ich schliefslich noch zu bemerken, dafs ich diejenigen Theile der Kobaltfahlbänder, welche durch Schürfe oder Grubenbetrieb am meisten untersucht sind, auf der Karte mit punktirten Linien angedeutet habe, und dafs man nach diesen einzelnen Parthien das ungefähre Streichen des ganzen Bandes beurtheilen kann.

## Zweiter Abschnitt.

## Von den bergmännischen Verhältnissen.

### §. 1. Namen der Reviere und Gruben.

Das eigentliche Grubenterrain des Modumer Blaufarbenwerks hat eine Erstreckung von mehr als einer Viertelmeile und wird in vier Reviere getheilt, nämlich:

1) Das Süd-Gruben-Revier mit:
   Gamle-Kobalt-Grube,
   Muggerud-Grube,
   Grube No. 1, 2, 3 und 4.
2) Das Mittel-Gruben-Revier mit:
   Henriette-Grube,
   Grube No. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 und 13.
3) Das Nord-Gruben-Revier mit:
   Grube No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9.
4) Das Saastad-Gruben-Revier mit:
   Middagshvile-Grube,
   Middagskollen-Grube,
   Latdals-Grube,
   Grube No. 1, 2 und 3.

Außerdem besitzt das Werk noch viele Schürfe, worunter namentlich Juno- Fortuna- Vestre- Gode Efterretning- Forhaabning- Glückauf- Rödkollen- Oedenäs- und Thome-Schurf, so wie eine Menge im Saastad-Gruben-Reviere, von denen kaum die Namen bekannt sind, und die es zum größten Theile beim Tausch mit dem neu angelegten Snarumer-Blaufarbenwerke erhalten, während es dagegen mehre Schürfe auf dem nördlichen Ausgehenden des Lagers abgegeben hat.

Als ich im Jahre 1827 die Inspection dieses Bergbaues übernahm, wurden nur etwa 6 Gruben schwach betrieben und zwar in einer Tiefe von ein Paar und höchstens 8 Lachtern; bei meinem Abgange im J. 1840 war der Betrieb wenigstens um das Dreifache erweitert, mehre Gruben waren an 30 Lachter tief auf Erz abgeteuft und das Vorkommen des letztern konnte mit Wahrscheinlichkeit bis auf 70 Lachter Tiefe berechnet werden.

## §. 3. Art des Abbaues. Gesenk-, Strofsen- und Ortsarbeit.

So lange der Grubenbau auf einem so mächtigen Lager in geringer Teufe betrieben wurde, wie wir weiter oben gesehen haben, konnte derselbe natürlich nichts Anders sein, als Tagebau. Zwei ganz kurze Tagestollen lösten einige sogenannte Gruben in sehr geringer Teufe, und übrigens trieb man die Gesenke nur wenige Lachter tief, indem taube Felsmittel für das Ende des Lagers dem Fallen nach genommen wurden. Von den Gesenken weg baute man die reichsten Erzbänder dem Streichen nach ab, bis auch hier taube Mittel dem Betrieb ein Ende machten, unhaltige oder weniger reiche zwischenliegende Parthien liefs man in der Regel stehen, da die grofse Oberfläche des Lagers genug der reichsten Stellen für einen so beschränkten Betrieb darbot und man also nicht genöthigt war, das Geringere und Unhaltige gleichzeitig mitzuneh-

men. Die Folge hiervon war Raubbau, so wie dafs der ganze Grubenbetrieb untergraben wurde; wenn man sich an einer Stelle festgefahren hatte, so ging man an eine andere, ohne daran zu denken, wie es den Nachkommen ergehen möchte.

Da eine solche unbergmäfsige Verfahrungsweise keine Sicherheit für selbst die nächste Zukunft gewährte, so war ich vor allen Dingen darauf bedacht, bestimmtere Aufschlüsse über die Continuität des Erzes in der Teufe zu erhalten, um danach den künftigen Abbau desselben reguliren zu können. Dieser Zweck wurde durch die Anlage von tiefern Stollen erreicht, von welchen letztern im vorigen Abschnitt bereits das Erforderliche gesagt worden ist. Nach dem Durchschlage derselben mit den mächtigsten Gruben war es möglich, vorläufig wenigstens einen regelrechten Pingenbau einzurichten, der nach gerade hie und da einen stockwerkartigen Charakter bekam, da man die tauben Felsmittel als Bergfesten stehen liefs und den Abbau unter denselben fortsetzte, nachdem sie bogenförmig durchbrochen waren, wodurch ein doppelter Vortheil erreicht wurde, nämlich Sicherheit der Gruben, die nach und nach sehr bedeutende Weitungen bekamen, und Ersparnifs sowohl im Wegarbeiten als Transportiren von unnützen Gebirgsmassen. Ob unterirdischer Strofsen- oder Firstenbau jemals mit Vortheil werden eingeführt werden können, mufs die Zukunft noch entscheiden; vorläufig ist versuchsweise darauf hingearbeitet worden. Nachdem die Gruben besagter Weise in Ordnung gebracht waren, ging man in einer passenden Breite — nach Umständen von 2 bis 20 Lachtern — strofsenweise nach dem Streichen des Lagers mit dem Abbau vorwärts, die zwischen liegenden tauben Mittel oft mit sehr bedeutenden Kosten ebenfalls mitnehmend. Da man nach dem Streichen und auf dem Kopfe der Schichten arbeiten mufste, so ging man, um das Brechen der Gesteinsmassen zu erleichtern, in der Regel erst mit einer

schmalen Strofse voran und brach dann die ganze übrige Breite der Grube mehr von der Seite nach. Wo die Gesenke mit den neu angelegten Stollen durchschlägig waren, hatte man von der Sohle des Stollens bis zum Kamme der Grube viele Strofsen hintereinander. Feldörter wurden hin und wieder auf dem Streichen vorausgetrieben, um das Feld zu untersuchen, obschon dies weniger nothwendig war, da man die ein Mal aufgeschlossene Lagermasse ziemlich gleichförmig in der Erzführung auf lange Erstreckungen vor sich hatte. Von gröfserer Wichtigkeit waren die nach Ost und West zu treibenden Querschläge, durch welche nicht allein die Mächtigkeit des Lagers in der Breite erforscht, sondern auch manches reiche Erzband darin aufgefunden wurde.

## §. 3. Stollenanlagen.

Prof. Mohs sagt *), dafs man bei Versuchbauen auf Lagern sich immer auf der Lagerstätte selbst, nie auf dem Quergesteine halten solle, wenn nicht ganz besondere Umstände das Gegentheil verlangen, weil man durch einen, auf der Lagerstätte betriebenen Bau, diese durch ihre ganze Erstreckung hindurch, durch eine im Quergestein betriebene aber nur an einem Punkte kennen lernt, und daher genöthigt ist, durch Auslängen u. s. w. sich in Kenntnifs der übrigen Theile der Lagerstätte zu setzen. Diese so wahren Worte eines tiefsinnigen Naturforschers und tüchtigen Bergmanns finden ihre volle Anwendung beim Modumer Erzlager, und schon lange vorher, ehe ich eine solche gewichtvolle Autorität kannte, war ich derselben Ansicht bei Anlegung des tiefen Beneckestollns beim Platze Muggerud am südlichen Ende der Lagerstätte gefolgt, welcher Stollen dazu bestimmt ist, das Lager in seiner ganzen Länge von den Südgruben nach den Nordgruben zu unter-

*) Anleitung zum Schürfen, 2te Auflage, S. 150.

fahren und, wie schon im vorigen Abschnitt angeführt, in 30 bis 60 Lachtern zu unterteufen. Dadurch würde man in Stand gesetzt werden, mit jedem Abteufen auf dem Streichen der Lagerstätte Wasserlosung erzielen und leichte Förderung haben zu können. Vielfache anderweitige Unternehmungen verhinderten mich, diesen Stolln weiter als bis nach den Südgruben zu treiben, da ich hierdurch und durch kürzere Hülfsstollen auf den Mittel- und Nordgruben für längere Zeit die Erzlieferung gesichert sah und späterhin jenes Werk zu vollenden gedachte, nicht ahndend, dafs mein Wirkungskreis so bald geändert werden sollte. Jetzt kann ich nur beklagen, dafs ich diese Arbeit, die zwar noch in längerer Zeit durch die oberen Stollen entbehrlich sein wird, aber für eine spätere Zukunft als wichtigste Veranstaltung betrachtet werden mufs, nicht ununterbrochen und schwunghaft fortgesetzt habe, da mit dem Wechsel der Personen auch Veränderung der Ansichten leicht eintreten kann. Demunerachtet hat dieser Anfang zu einem Hauptstollen dem ganzen Kobaltgrubenbaue auf Modum einen neuen Aufschwung gegeben, da er schon in geringer Länge die alte Annahme über den Haufen warf, dafs das Erzlager nur einige Lachter niedergehen sollte. Denn aufser dafs mit einem westlichen Flügelorte das Erz in der Südgrube No. 1. in einigen 30 Lachtern Tiefe angefahren wurde, so traf man auch mit dem Hauptstollen, indem dieser die östliche Gränze des Lagers erreichte, einige sehr gute Erzbänder mit schönen Krystallen an, bei welcher Veranlassung der Königl. Bergmeister Chr. Ström im J. 1836 öffentlich erklärte, dafs man nun hoffentlich Aussicht für ein ganzes Jahrhundert bekommen, wo man noch vor Kurzem baldigen Erzmangel befürchtet habe. Ebenso empfahl Professor Keilhau dieses Exempel zur Beherzigung bei andern norwegischen Bergwerken, wo Mangel an Erfahrung eben so engherzige Ansichten über das Erzvorkommnifs in der Tiefe geltend machen wollte. Diese beiden gelehr-

ten nordischen Bergleute haben also vollkommen die Wichtigkeit der Resultate dieses ersten Versuchsstollens erkannt, die außerdem noch täglich bestätigt wird, da man seitdem unverzagt mit dem Grubenbau in die Tiefe geht, ohne Verminderung der Anbrüche zu bemerken.

Da der Gebirgskamm, worauf das Erzlager von Süden nach Norden streichend vorkommt, ziemlich steil nach Osten abfällt, so hat sich nicht selten die Meinung geltend machen wollen, daß ein Hauptuntersuchungsstollen durch das Quergestein von Osten nach dem Lager getrieben werden solle, indem man von einer unklaren Idee der Wernerschen Schürfungstheorie, wo es sich um eigentliche Gänge handelt, geleitet wurde. Von noch zu findenden zwischenliegenden Gängen ist inzwischen hier gar nicht die Rede; man hat es mit einer ungeheuren mächtigen, in ihren Begränzungen nach Länge und Breite bekannten Lagermasse zu thun, und die zu lösende Aufgabe ist einzig und allein die, alle auf dem Streichen dieses Lagers befindlichen gangbaren Gruben nach und nach mit der kürzesten und gradesten Stollenlinie in Verbindung zu bringen. Diese kürzeste Stollenlinie aber erhält man, wenn der Stollen vom südlichen Ende des Lagers (beim Platze Muggerud) erst nach der Mittelgrube No 10 und von hier nach der Nordgrube No. 3. getrieben wird, welches eine Länge von im Ganzen 702 Lachtern giebt. Um einen einzigen Punkt in dieser Stollinie und ihrem Niveau auf dem möglichst kürzesten Wege mit einem durch das Quergestein von Osten heranzutreibenden Stolln zu erreichen, müßte man erst an 150 Lachter durch das mächtige Nebengestein gehen und dann noch die ganze Länge auffahren, die eben den projectirten Bencheestollen von den Süd- nach den Nordgruben ausmacht, nämlich 702 Lachter und 150 Lachter, was eine Stollenlänge von im Ganzen circa 852 Lachtern ausmachen würde. Wenn man nun aber mit 702 Lachtern Stollenlänge genau denselben Re-

sultat und natürlich in so viel kurzerer Zeit erreichen kann, als mit 852 Lachter Länge, so sollte man glauben, dafs die Wahl nicht schwierig sein könne, und dafs allein die Fortsetzung des Beneckestollns in Betrachtung kommen sollte, wenn die Rede von einem tieferen Stolln ist. Hülfsstollen von geringerer Teufe dagegen, namentlich für einzelne Grubenabtheilungen, sind bisher immer am billigsten von Osten eingetrieben worden, indem man mit wenigen Lachtern schon das Ziel erreichte. Dafs man vielleicht einen noch tiefern Stollen, als den Beneckestollen, hätte anlegen sollen, mufs ich auf's Bestimmteste verneinen, da dieser die Erzgewinnung wenigstens für eine Generation, wenn nicht länger, sichern würde, indem sehr tiefe Gesenke bei der grofsen Armuth des Lagers fast unerträglich theuer werden würden, und da es aller Ehren werth ist, wenn private Bergwerksbesitzer die Kosten nicht scheuen, welche einen Bergbau mindestens für ein Menschenalter sicher stellen. Mögen die spätern Nachkommen auch etwas zu denken, zu thun und zu opfern behalten! Man hat bei keinem bedeutendern Bergwerke den Anfang mit dem tiefsten Stollen gemacht.

Der Beneckestollen erreichte das Lager bei etwa 15 Lachter Länge; von hier wurden bis gegen 40 Lachter Länge mehre ärmere Erzbänder, die fast allein Krystalle führten, überfahren, und bei 8 Lachter Erlängung des westlichen Flügelortes nach Südgrube No. 1 fand man reiches Erz, ohne Zweifel das Band der Südgrube No. 2 und 3. Bisher ist dieser Stolln nur als Untersuchungsbau und deshalb ziemlich unregelmäfsig getrieben worden; bei seiner etwaigen Fortsetzung sollte man dagegen ausschliefslich darauf bedacht sein, denselben zum Hauptstollen für das ganze Skuteruder Grubenfeld zu machen.

Vom Jahre 1827 bis 1840 wurden überhaupt an Stollenlänge 20 Lachter mit Sprengarbeit und 255 Lachter mit

Feuersetzen aufgefahren bei einer Ausgabe von 8237 Spec. und mit mehrjährigen Unterbrechungen.

### §. 4. Bohrarbeit und Feuersetzen.

Die Erzgewinnung auf Strossen und das Abteufen geschieht durch Bohrarbeit, der Betrieb von Stollen, Querschlägen und Feldörtern dagegen vorzugsweise mit Feuersetzen. Das Hauptsächlichste dieser beiden Arbeitsmethoden habe ich schon im 14. Bande dieses Archivs S. 489 und 490 u. s. w. mitgetheilt, und füge deshalb hier nur Folgendes hinzu. Bis zum Jahre 1827 kannte man nur die zweimännische Bohrarbeit und ein Paar Bohrhäuer mußten in der 10stündigen Schicht 60 Zolle bohren; nach und nach erhöhete ich dieses Arbeitspensum bis auf 80 Zolle und führte die einmännische Bohrarbeit theilweise ein, wobei jeder Bohrhäuer mit verhältnißmäßig schwächerm Gezähe 60 Zolle pro 10stündige Schicht bohren mußte. Das Laden und Abschießen der Bohrlöcher wurde von bestimmten Personen für extra Bezahlung verrichtet und bediente man sich des reinen bloßen Thones, so wie der eisernen Räumnadel und des Stampfers zum Laden. In dreizehn Jahren erinnere ich mich ein Paar Unglücksfälle als Folge dieser Ladungsmethode, welche fast ganz wegfielen, nachdem ich Papier-Patronen anstatt des Füllens des Bohrloches mit losem Pulver eingeführt hatte, wodurch noch mehr als der dritte Theil an Pulver erspart wurde. Die Patronen wurden von verkrüppelten Arbeitern, die nichts Anders ausrichten konnten, verfertigt und blos mit feuchtem Letten zusammen geklebt. Da die Anzahl der Bohrhäuer in vielen Jahren über 150 betrug, so ist es einleuchtend, daß die durch eingeführten größern Arbeitseffekt und geringern Pulververbrauch erzielten Ersparnisse jährlich mehrere tausend Species ausmachten.

## §. 5. Schmiedearbeit.

Anstatt der dunkeln und engen Schmieden, die ich bei den Gruben vorfand, wurden überall geräumige und helle Gebäude der Art neu aufgeführt, in denen die Arbeit nicht allein weit besser gefördert, sondern etwaiger Untreue von Seiten der Schmiedemeister auch leichter vorgebeugt wurde. Durch zweckmäfsigere Vorrichtung der Feueressen u. s. w. ist sowohl Zeit- als Kohlenersparnifs bewirkt worden. In 7 Grubenschmieden wurden in der Regel 20 bis 28 Arbeiter beschäftigt, wovon die Hälfte Meister und die andre Hälfte Gesellen. Eine unaufhörliche Masse von anderweitgen Geschäften und Reformen verhinderten mich einen schon entworfenen Plan, die Schmiedearbeit nach einer bestimmten Taxe verrichten, so wie den Eisen- und Stahlverbrauch durch die betreffenden Arbeiter selbst bezahlen zu lassen, in Wirksamkeit zu setzen, womit ich so viel weniger eilte, da ich mich einerseits durch mehrfache Proben und Versuche davon überzeugte, dafs die Arbeit in den Schmieden bestmöglichst gefördert, und wesentlicher Unterschleif bei Eisenmaterialien von Seiten der Arbeiter durch verschiedene Controllen sehr erschwert wurde, während andererseits auch verschiedene Hindernisse bei Realisirung obigen Plans unverkennbar waren. Denn bei noch gröfserer Beschleunigung der Arbeit würde dieselbe ohne Zweifel schlecht ausgeführt werden, was namentlich die Bohrhäuer, welche im Vergleich mit der Gesteinsfestigkeit und den grofsen Beschwerlichkeiten des Winters auf offenen Strossen ein grofses Pensum in der bestimmten Zollanzahl zu leisten hatten, würden haben entgelten müssen. Sollte dem Werke wirkliche Erleichterung und resp. Ersparnifs aus einem durchzuführenden Accorde in der Schmiedearbeit erwachsen, so hätte der Verlag an Eisen, Stahl u. s. w. von den Schmieden selbst übernommen werden müssen, um einen möglichst sparsamen Verbrauch solcher

Materialien eng mit ihrem eigenen Interesse zu verbinden. Bei der Menge und Armuth der Schmiedemeister liefs sich inzwischen ein solches Arrangement mit ihnen unmittelbar nicht treffen; man hätte eines vermögenden Entrepreneurs bedurft, der für ein so waghalsiges Unternehmen, verbunden mit bedeutenden Auslagen, natürlich einen ansehnlichen Vortheil verlangte, welcher Vortheil als eine gegen vorhin rein heraus vermehrte Ausgabe, durch das Werk oder die Arbeiter indirecte geleistet werden mufste, eine Aufopferung, die zu Gunsten eines einzelnen Menschen leicht hatte gröfser werden können, als der Verlust war, den man möglicher Weise beim Verrichten der Schmiedearbeit in Schichtlohn haben konnte. Und endlich würde es nicht weniger Schwierigkeit gehabt haben, in so vielen Schmiedestätten darüber zu wachen, dafs der Entrepreneur gute Materialien und Arbeit lieferte, als es haben konnte, den Fleifs und die Redlichkeit der vom Werke im Schichtlohn bezahlten Arbeiter zu controlliren. Uebrigens hatte man auch schon jetzt Accorde mit den Schmiedemeistern, indem sie die Arbeit für eine bestimmte Mannschaft leisten mufsten, und ihnen das Material zu den meisten Geräthschaften zugewogen wurde, worüber ich ein Mehreres im 14. Bande dieses Archivs S. 467 angeführt habe. Dem unerachtet würde ich wenigstens versuchsweise den obigen Plan realisirt haben, wenn ich länger in dieser Stellung verblieben wäre.

### §. 6. Wasserhaltung und Förderung.

Da jede Grube ihren besonderen Stollen hat, und die tiefer gehenden Gesenke noch nicht bedeutend sind, so wird die Wasserhaltung überall, wo solche erforderlich ist, durch Schwengelpumpen oder zuweilen auch nur mit Haspel und Zober bewirkt, und ist von keinem Belange.

Die Förderung geburte beim Antritt meines Dienstes zu den meist vernachlässigten Zweigen des Grubenbetriebs und wurde theils durch äufserst schlecht construirte Haspel

und Karren, theils auf die Weise besorgt, die losgeschossene Masse stückweise auf den Schultern der Arbeiter weg tragen zu lassen. Durch Anlage der Stollen ist die Haspelförderung fast gänzlich entbehrlich geworden, und sie würde es noch mehr sein, wenn man die wenigen auf ihrer alten Stätte stehenden Scheidehäuser überall sogleich nach dem Ausgange der Stollen hätte versetzen können. In tiefern Gesenken unter der Stollensohle sind zweckmäfsige drei- und viermännische Haspel mit Schwungrädern angebracht, die zuweilen auch zum Wasserziehen benutzt werden. Auf den Stollen wurde zuerst eine verbesserte Karrenförderung eingerichtet, und dann ein Versuch mit ungarschen Hunden gemacht, der jedoch in den hiesigen Tagebauen den Erwartungen nicht entsprach.

Die wesentlichste Verbesserung in der Grubenförderung schreibt sich dagegen von der in den letztern Jahren meiner Verwaltung eingeführten Benutzung von Eisenbahnen und englischen Hunden her. Solche Bahnen sind auf dem Beneckestollen bei den Süd-, und auf dem Hoffnungsstollen bei den Mittelgruben angebracht und leisteten so wesentlichen Vortheil, dafs sie sich binnen ein paar Jahren bezahlten. Da die Bahnen nicht sehr lang sind, unaufhörlich befahren werden, und deshalb schneller Abnutzung unterworfen waren, so gab ich gufseisernen Schienen den Vorzug, die etwa $\frac{3}{4}$ Zoll abzunutzende Höhe, 1 Zoll Breite und 24 Zoll Länge haben; ihre Befestigung geschieht durch Backen an der Seite, so dafs die Nägel nicht in Berührung mit den Rädern der Wagen gerathen. Mit diesen Schienen kann man sehr bequem durch scharfe Biegungen kommen, so dafs selbst in den ärgsten derselben eine abgerundete, nirgends eckige Linie der beiden parallelen Schienenbahnen statt findet. Späterhin habe ich beim Kongsberger Bergbau noch ähnliche Schienen von 30 Zoll Länge und in Biegungen von 16 Zoll angewandt, so wie auch Eisenbahnen von gewalzten Schienen gelegt. Die gufseisernen

Schienen kosteten auf eine bestimmte Länge etwa das Doppelte in der Anlage gegen gewalzte, versprechen aber unter übrigens gleichen Verhältnissen eine wenigstens sechs Mal längere Dauer.

Die englischen Hunde auf Modum hatten einen Fassungsraum von 18 bis 20 Cub.-Fuſs. Ich versuchte Hunde mit 4 beweglichen Axen, andre mit zwei beweglichen Axen und wieder andere mit festen Axen und beweglichen Rädern. Bei Hunden, die von Menschen geschoben werden, wie auf Modum, gingen die letztern im Anfange leichter als die ersteren, späterhin aber umgekehrt. Bei groſsen Hunden, die von Pferden gezogen werden, wie zu Kongsberg, bewährten sich immer zwei lose Axen am bequemsten oder leichtesten im Gange, und waren bei 18 Zoll hohen Rädern, wenn diese so nahe als möglich zusammen gestellt wurden, selbst in Stollen mit beträchtlichen Krümmungen nicht hinderlich. Uebrigens sind diese Axen so eingerichtet, daſs nach Wegnahme eines Vorstechers auch die Räder beweglich gemacht werden können, wenn die Förderung auf Stollen mit vielen Krümmungen statt fand.

## §. 7. Die Scheidung der Erze.

Beim Strossenbetriebe wird so viel als möglich darauf gesehen, daſs die erzführenden Bänder für sich gewonnen werden, um gleich von vorn herein eine Separirung der Erze von den Bergen zu bewirken. Wenn die Erzmassen abgeschossen sind, so werden die reichsten Stücke zunächst in die Scheidestube geliefert. Das Uebrige separirt man durch vorläufiges Scheiden ins Grobe in Erz und Berge. Das Erz wird dann in die Scheidekämmer gebracht und hier in gutes und kupferhaltiges Rescherz, Mittelerz, gute und kupferhaltige Pocherze geschieden. Vor meiner Zeit wurden nur die drei erst genannten Sorten ausgehalten, die kupferhaltigen Erze übergab man theils der Berg-

halde, theils legte man sie ungeschieden und unbenutzt zur Seite. Man gewann z. B. im Jahr 1826 nur 3502 Tonnen gute Pocherze aufser 116 Tonnen Reich- und Mittelerz. Im Jahr 1827 schlug ich vor, eine zweite oder geringere Sorte Pocherz unter dem Namen kupferhaltige Pocherze auszuhalten, und von welcher aufserordentlichen Wichtigkeit diese Erzsorte späterhin geworden ist, ergiebt sich schon daraus, dafs im Jahre 1839 an guten Pocherzen 7162 Tonnen, und an kupferhaltigen 26230 Tonnen gewonnen wurden, aufser 219 Tonnen Reich- und Mittelerz.

Durch Erbauung von mehren zweckmäfsigen Scheidehäusern wurde viel zur Vergröfserung des Arbeitseffectes, zur Ersparnifs an Brennholz und zur Erhaltung der Gesundheit der Arbeiter beigetragen. Man kann annehmen, dafs durchschnittlich 3 Mal mehr in den Scheidehäusern ausgerichtet wurde, als in dem langen Winter und in sonstigem schlechtem Wetter unter freiem Himmel, aufser dafs weniger als die Hälfte Brennholz erforderlich war, was bei einem so ausgedehnten Betriebe, der eine sehr grofse Scheidemannschaft beschäftigte, nicht unwesentlich war. Man bediente sich theils der gewöhnlichen gut eingerichteten deutschen Scheidehäuser mit Scheidebänken, theils sechsseitiger Gebäude, die bei ihrer zirkelförmigen Gestalt verschiedene Vortheile, aber auch manche Nachtheile hatten.

Einen bedeutenden Vortheil erlangte ich ferner durch Anlage von Erzwäschen zum Behandeln des Grubenkleins. Um zu zeigen, wie viel darauf ankommt, dafs der Bergmann genaue Untersuchungen und Berechnungen in Einzelnheiten beim Betriebe anstellt, sei es mir erlaubt, eines Beispiels wegen hier etwas ausführlicher zu sein. Meine Vorgänger liefsen das Grubenklein scheiden, wie die groben Wände, wozu natürlich eine grofse Anzahl von Jungen erforderlich war. Jeder dieser Jungen hatte einen Zober mit Wasser neben sich zu stehen, worin er jedes einzelne Stückchen des ganz mit Schmand überzogenen Gru-

benkleins abwaschen mufste, um zu sehen, ob es Erz enthielt oder nicht, und das Feinste des Grubenkleins wurde ganz weggeworfen, da es nicht möglich war, dasselbe auf gleiche Weise zu waschen. Im Jahr 1829 schon liefs ich genaue Untersuchungen über diese Scheidungsmethoden anstellen und setzte sie fort bis 1831; aus denselben ergab sich das bestimmte Resultat, dafs die auf das Scheiden des Grubenkleins solchergestalt angewandten Ausgaben in hohem Grade den Werth desselben überstiegen. Hieraus schien zu folgen, dafs es vortheilhafter gewesen wäre, die ganze Masse des Grubenkleins unbenutzt bei Seite zu stürzen, und nur aus dem groben Scheidegute die nöthigen Pocherze zu gewinnen. Von dieser Ansicht kam ich doch sogleich bei näherer Untersuchung zurück.

Die Masse des groben Scheideguts bestand nämlich aus $\frac{3}{5}$ und die des Grubenkleins aus $\frac{2}{5}$. Von 100 Tonnen Groben und Grubenklein zusammen genommen, so wie es losgesprengt wurde, erhielt man durchschnittlich nur 3 Tonnen Pocherze höchstens. Um in Einem Jahre 6000 Tonnen Pocherze zu schaffen, bedurfte es also überhaupt der Gewinnung einer Gangmasse von 200,000 Tonnen, wovon $\frac{3}{5}$ oder 120,000 Tonnen aus Groben und $\frac{2}{5}$ oder 80,000 Tonnen aus Grubenklein bestanden. Um eine Masse von 200,000 Tonnen zu gewinnen, hatte man damals folgende Ausgaben:

| | | |
|---|---|---|
| Für Bohrarbeit | . . . | 8334 Spec. |
| - 102 Ctr. Pulver | | 2550 - |
| - Eisen, Stahl, Schwefel, Schmiede-, Lade- und Schiefsgeld, Kohlen, Letten, Schwefelsand, Gezähe und Förderungslohn ungefähr | . | 2000 - |
| | Summa | 12,884 Spec. |

wovon $\frac{3}{5}$ oder 7731 Spec. aufs Grobe, und $\frac{2}{5}$ oder 5153 Spec. aufs Grubenklein kommen

Gesetzt nun, man hätte die 80,000 Tonnen Gruben-

klein unbenutzt zur Seite werfen wollen, so würde sich daraus folgender Verlust ergeben haben:

| | |
|---|---|
| Für 80,000 Tonnen Grubenklein zu gewinnen, an Arbeitslohn, Material und Förderung, wie eben erwiesen, eine Ausgabe von . . | 5054 Spec. |
| In diesem Grubenklein waren 2400 Tonnen Pocherze mit 336 Ctr. Schliech à 36 Spec. an Werth enthalten, macht . . . . . | 12096 - |
| Indem man nun von jenen 200,000 Tonnen Masse 80,000 Tonnen als Grubenklein cassirt hätte, gleichwohl aber 6000 Tonnen Pocherze schaffen sollte, so wäre man genöthigt gewesen, sogleich 80,000 Tonnen Grobes mehr zu gewinnen. Mit dieser Masse von 80,000 Tonnen Grobes wären aber aufs Neue 53,000 Tonnen Grubenklein gefallen, die ebenfalls wieder cassirt werden sollten, wodurch ein Verlust entstand: | |
| An Gewinnungskosten . . . | 2022 Spec. |
| Am Werthe des Inhalts des Grubenkleins, nämlich 1590 Tonnen Pocherze mit 222 Ctr. Schliech à 36 Spec. . . . | 7992 - |
| | 10,014 - |
| Summa | 27,164 Spec. |

Wenn man also in Einem Jahre hätte 6000 Tonnen Pocherze schaffen, sämmtliches Grubenklein aber cassiren sollen, so würde man einen reinen Verlust von 27,164 Spec. gehabt haben. Dafs diese Berechnung gerade nicht bis auf einige Hundert Species völlig genau sein kann, ist begreiflich; dem unerachtet gewährte sie Aufschlüsse, die sogleich den Gedanken vom Cassiren des Grubenkleins völlig verbannen mufsten. Gleichwohl war es doch aber auch ungereimt, für eine Sache mehr auszugeben, als sie Werth hatte; die Aufgabe blieb daher, das Grubenklein

auf eine vortheilhaftere Weise als bisher zu behandeln. Dies gelang denn auch vollkommen durch Einführung von liegenden Erzwäschen: denn ungeachtet man sich lokaler Verhältnisse wegen dieser in ökonomischer Beziehung weniger vortheilhaften Wäschen, als z. B. der Kopp- und Rätterwaschen, bedienen mufste, so gab doch das Grubenkleine vom Jahre 1832 an bedeutenden Ueberschufs, als es gewaschen wurde, anstatt Zubufse, so lange man es geschieden hatte. Nun wurde auch das Feine des Grubenkleins in Rinnen und Sümpfen aufgefangen und gab in Verbindung mit dem Abschlage beim Scheiden jährlich viele Hundert Tonnen mit eben so hohem Gehalt, als die Pocherze.

§. 8. Transport der Erze nach den Pochwerken.

So lange die zu transportirenden Erzquantitäten sich nur auf einige Tausend Tonnen jährlich beliefen, wurde der Transport bequem in den Wintermonaten auf Schlitten zu Stande gebracht, was in ganz Norwegen die meist gebräuchliche Transportmethode für gröfsere Quantitäten beim Bergwerksbetriebe ist. Der Weg wurde da in ziemlich grader Linie durch den Wald und über zugefrorne Seen gelegt und betrug von den Gruben nach den Hauptpochwerken ½ norw. Meile; man bezahlte pro Tonne Pocherz von 600 — 700 Pfd Gewicht 4 — 6 Ort oder 20 — 24 norw. Schillinge an Transportlohn. Als sich die Masse der gewonnenen Erze aber bis fast auf das Zehnfache vermehrte, kam man namentlich in weniger strengen Wintern oft in grofse Verlegenheit, und da der Sommertransport auf dem gewöhnlichen, eine Meile langen und ziemlich schlechten Wege zu kostbar wurde, so legte ich in den letztern Jahren einen ganz neuen Erzweg ungefähr in der Richtung des Winterweges an, der also nur etwa die halbe Länge erhielt und übrigens sehr bequem war. Dieser Weg wurde 8 Ellen breit und mit Brücken sammt mehreren langen und hohen Mauern an schroffen Abhängen in (ganzen 13134)

Ellen lang, und kostete überhaupt 2734 Spec.; 70 Mann vollendeten denselben trotz vielfacher Schwierigkeiten in 7 Monaten. Nun konnte man auch des Sommers für einen nur wenig erhöheten Preis die Pocherze transportirt bekommen, was einen so wesentlichen Einflufs auf die ununterbrochene Fortsetzung einer schwunghaften Farbenfabrication hatte, dafs sich obige Auslage sehr bald wieder bezahlt machte. Mit wenigen Veränderungen würde dieser Weg auch zu einer Eisenbahn anwendbar gemacht werden können. Unter den oben angegebenen Kosten des neuen Weges ist auch die Ausgabe für das dazu erworbene Grundeigenthum mit einbegriffen.

## §. 9. Die Aufbereitung der Erze.

In demselben Maafse, wie die Erzgewinnung zugenommen, haben auch die Pochwerksanlagen erweitert werden müssen. Im Jahre 1827 hatte man 3 Pochwerke mit 27 Stempeln sammt etwa 30 Arbeitern und verarbeitete dabei höchstens 2700 Tonnen Erz des Jahres. Bei meinem Abgange im Jahre 1840 dagegen verarbeiteten 8 Pochwerke mit 78 Stempeln und 96 (ab und zu 130) Arbeiter circa 30,000 Tonnen Erze, welche Verhältnisse noch mehr vergröfsert wurden, als das schon halb fertige 9te Pochwerk beendigt war.

Die Möglichkeit so bedeutender Steigerung in verhältnifsmäfsig kurzer Zeit wurde bei Anlage mehrer Pochwerke noch vorzugsweise durch zwei Veranstaltungen erreicht, nämlich durch Einführung nächtlicher Wascharbeit und durch wesentliche Vergröfserung des Arbeitseffectes überhaupt. Diese beiden erfolgreichen Veranstaltungen sind zuweilen als mit Verlust verbunden verdächtigt worden; aber abgesehen davon, dafs meine genauesten Untersuchungen immer das Gegentheil erwiesen haben, so blieb denn eben auch kein anderer Ausweg übrig. Denn um mit blofser Tagearbeit und unter Beibehaltung des alten Schlendrians

die Quantitäten Schliche zu schaffen, welche zu den vom Werke contractmäßig übernommenen jährlichen Farbenlieferungen erforderlich waren, hätte man 24 Pochwerke nöthig gehabt, wozu man weder Gefälle, noch Aufsichtspersonale u. s. w. hatte, und deren Kosten bloß hinsichtlich der Unterhaltung und der Renten des Anlagecapitals vielfach das überstiegen haben würden, was bei einem etwas forcirten Betriebe gewagt werden mochte.

Als einzelnes Beispiel hinsichtlich des vergrößerten Arbeitseffects führe ich nur Folgendes an: Im J. 1827 wurden in den beiden Hougfospochwerken berg-monatlich mit 18 Stempeln 288 Tonnen Erze verpocht und mit 22 Mann verwaschen; also durchschnittlich pro Bergmonat (= 4 Wochen) von Einem Stempel 16 Tonnen verpocht und von Einem Arbeiter $11\frac{1}{11}$ Tonnen verwaschen.

Im J. 1840 wurden in dem von mir erbauten obern Hougfofs-Pochwerke mit 18 Stempeln 800 Tonnen verpocht und von 29 Arbeitern verwaschen, Alles bergmonatlich. Also durchschnittlich pro Bergmonat von Einem Stempel 44⅔ Tonnen verpocht und durch Einen Arbeiter 27⅗ Tonnen verwaschen. Wo früher durchgängig in Einem Pochwerke mit 9 Stempeln 6 Tonnen in 24 Stunden verpocht wurden, mochten die Erze reich oder arm sein, da wurden späterhin 15 Tonnen und bei etwas ärmern Erzen sogar bis zu 17 Tonnen in derselben Zeit verpocht.

Um den Verlust beim Ausgange aus der Wehlführung möglichst zu verringern, ist diese in den alten Pochwerken bedeutend erweitert und verlängert und in den neuen wenigstens um das Doppelte vergrößert.

In den Waschen besteht die wichtigste von mir eingeführte Veränderung in Anwendung von Stoßheerden, wodurch die Hälfte bis Zweidrittel an Arbeitslöhnen erspart und die Separirung der verschiedenen Schlichsorten wenigstens in den reichen Schlämmen viel besser bewirkt wurde. Dagegen ergaben sich hier, wie anderwärts, Stoß-

heerde minder vortheilhaft bei den zähesten Schlämmen, die sich am besten auf langen Kehrheerden verwaschen liefsen.

Der eigentliche Pochwerksprocefs war im Kurzen folgender. Das Unterschüren der Pocherze geschah durch sächsische Pochrollen und das Pochen desselben auf söhligen eisernen Unterlagen, worauf doch eine etwas schräge Sohle gepocht wurde; das Austragen über den Spund und das Pochen, der fein eingesprengten Erze wegen, ziemlich zähe. Die röschesten Schlämme aus dem ersten Gerinne der Mehlführung wurden auf grofsen Ungarischen Einkehrheerden zum Schlieche No. 1., der besten Sorte und das gröfste Quantum, verwaschen; der Abgang davon gab No. 2. und der Abfall beim Reintreiben dieser beiden Sorten No. 4. Das Reintreiben geschah für alle 3 Schliechsorten auf Harzer Schlämmgräben. Aller feine Schlamm aus den folgenden Mehlführungsgefäfsen bis zu den letzten grofsen Sümpfen inclusive wurde auf langen Kehrheerden zum Schliech No. 3. gewaschen und zwar in der Regel sogleich hinlänglich rein; späterhin unterwarf man denselben auch einem Reintreiben auf dem Schlämmgraben, wobei für eine kurze Zeit ausnahmsweise Schliech No. 5. fiel, der darauf aber seiner geringen Quantität wegen wieder zu No. 3. geschlagen wurde. Bei den Stofsheerden, wo 3 Heerde immer auf 9 Stempel gerechnet wurden, benutzte man anfänglich den ersten Heerd zum Verwaschen der röschen Schlämme zu No. 1. Schliech, den zweiten zu den Abgängen oder No. 2. und 4. und den dritten zu den feinen oder zähen Schlämmen oder No. 3. Schliech; späterhin ging man, wie schon gesagt, hinsichtlich des letztern wieder zu den Kehrheerden zurück. — Die reichen Erze behandelte man auf dieselbe Weise, hielt aber nur 3 Schliech-Nummern.

Sämmtliche Schlieche wurden auf grofsen gufseisernen Pfannen unter stetem Umrühren erst völlig getrocknet vor dem Abliefern an die Hütte. Hinsichtlich ihrer Qualität war No. 1. überwiegend der beste, demnächst No. 3. und end-

lich No. 2. und No. 4. Was die Quantitäten derselben bei der Gewinnung betrifft, so gaben z. B. 100 Tonnen von den reichsten Pocherzen 1169 Pfd. No. 1., 113 Pfd. No. 2., 451 Pfd. No. 3. und 11 Pfd. No. 4. Schlieh, also im Ganzen 1744 Pfd., oder circa 17½ Pfd. pro Tonne; bei armen Erzen ging der Gehalt pro Tonne zuweilen bis 8 Pfd. nieder. Eine Tonne guten Pocherzes gab 864 Pfd. reiche und zähe Schlämme.

Am Hougfosse, ½ Meile von den Gruben, lagen vor meiner Zeit 2 Pochwerke im Ganzen mit 18 Stempeln; ich baute hinzu eine Stofsheerdwäsche, 2 Pochwerke, jedes mit 9 Stempeln und 1 Pochwerk mit 18 Stempeln an einer einzigen Pochwelle, die vermittelst Getriebe von der Radwelle in Bewegung gesetzt wurde. Um die Pochwelle so kurz als möglich zu bekommen, waren 6 Stempel zwischen je zwei Pochsäulen angebracht, aber durch ein dünnes Eisenblech in zwei Pochsätze, jeder mit 3 Stempeln, getheilt. Ebenso trugen convexe gufseiserne Leitungen, worin die Stempel gingen, wesentlich zur Verminderung des Lattenraumes für die Pochsätze bei, da die hölzernen Leitungen viel dicker genommen werden müssen. Diese eisernen Leitungen wurden nach einigem Gebrauch spiegelblank. Alle Pochwerke am Hougfoss hatten das ganze Jahr hindurch Aufschlag und waren in ununterbrochenem Gange.

Nahe an den Gruben lag ursprünglich nur ein altes verfallenes Pochwerk mit 9 Stempeln; ich baute dies später um zu 6 Stempeln, womit zufolge verbesserter Einrichtung mehr geleistet wurde, als früher mit 9 Stempeln. Unterhalb dieses Pochwerks baute ich ferner noch 2 neue jedes mit 9 Stempeln, deren Triebe zusammen in Ein Wasserhäuschen gingen, und noch ein drittes neues Pochwerk am untersten Gefälle desselben Baches war halb fertig bei meinem Abgange. Alle diese Pochwerke kamen aus Mangel an Aufschlag nur ungefähr die Hälfte des Jahres im Gange, lohnten sich inzwischen sehr gut im Vergleich mit den Houg-

fofs - Pochwerken durch eine bedeutende Ersparung an Transportlohn auf dem viel kürzern Wege von den Gruben.

Schliefslich seien die summarischen Kosten bei Erbauung drei verschiedener Pochwerke hier angeführt. Das untere Skuterud-Pochwerk bei den Gruben, mit 9 Stempeln und in Vereinigung mit dem Waschgebäude für beide Skuteruder Pochwerke, wurde gleich nach meiner Ankunft auf die gewöhnliche norwegische Weise aufgezimmert, d. h. Stock auf Stock gelegt. Es ist 50 Ellen lang und 24 Ellen breit, und der Grundbau war bedeutend, da es in einem Moore aufgeführt werden mufste. Die Gesammtkosten für's Pochwerk und eine lange Wasserleitung betrugen 3536 norw. Species. — Das Doppel-Pochwerk am obern Hougfofs mit 18 Stempeln wurde 55 Ellen lang und 20 Ellen breit von Bindungswerk aufgeführt, mit Mauersteinen ausgefacht und auswendig mit Brettern beschlagen. Die Radstube war zum gröfsten Theile gemauert und übrigens gezimmert. Sämmtliche Kosten an Arbeitslöhnen 1502 Species und an Materialien 2922 Species, zusammen 4424 Species. — Die gänzliche Umbauung des alten oder sogenannten Bergand-Pochwerks bei den Gruben mit 9 Stempeln (verändert zu 6 Stempeln) mit blofsem Bindungswerk und äufserlich Bretterbekleidung, die Radstube aber theils gemauert, theils gezimmert, kostete bei 41½ Ellen Länge und 18 Ellen Breite an Arbeitslöhne 541 Sp., an Holzmaterialien 431 Sp. und an Eisenmaterialien 120 Sp., zusammen 1092 Species.

Sämmtliche Pochräder sind oberschlägtig und von 8 bis 10 Ellen hoch. Das Stofsheerdrad am Hougfofs ist 7 Ellen hoch.

## §. 10. Wasserversorgung.

Die Pochwerke am Hougfofs haben an diesem gewaltigen Wasserfalle mit sehr seltenen Ausnahmen in aufserordentlich trocknen Jahren stets überflüssigen Aufschlag aus

dem Simon-Fluse. Die Pochwerke bei und die Erzwäschen auf den Gruben erhalten ihren Aufschlag aus 5 Teichen, wovon ich vier gänzlich renovirt und den fünften neu angelegt habe. Die Art der Verdämmung geschieht hier mit doppelten Steinmauern und Rasenbrust dazwischen.

## §. 11. Versorgung der Gruben mit Brennholz und Kohlen.

Bei den vielen Zechen- und Scheidehäusern, so wie als Folge von Anwendung der Brennarbeit beim Stollnbetriebe, consumiren die Gruben eine große Masse von Brennholz, nämlich jährlich von 600 bis 1350 Klaftern nach Umständen, die sehr variiren und namentlich in wie weit Stollenbetrieb im Gange war oder nicht. — Eben so bedeutend war zufolge der vielen Grubenschmiede der Verbrauch an Kohlen; jährlich 300 — 600 Last. Beide Materialien wurden zu meiner Zeit für billige Preise aus den benachbarten Wäldern bezogen und im Winter auf Schlitten angeliefert.

## §. 12. Maafse und Gewichte.

Der Fuſs ist gleich dem rheinländischen.

Ein gewöhnlicher Faden hält 3 Ellen.

Ein Faden oder Klafter Holz soll 3½ Ellen in Höhe und Breite haben und die Holzscheite sollen halb so lang seyn.

Ein Kohlenmaafs hält 1½ Ellen in Höhe, Breite und Länge; 4 solcher Maafse machen eine Last oder 12 Tonnen.

Eine Erztonne hat 1 Cubik-Elle Inhalt.

Ein Centner Handelsgewicht ist in 100 Pfd. getheilt.

Alles Gemäfse und Gewicht mufs justirt seyn.

## §. 13. Arbeitsbelег und dessen Lohnung.

Daſs die Mannschaft bei einem so bedeutenden Gruben- und Pochwerksbetriebe vielen Veränderungen unterworfen war, ist begreiflich, doch wuchs sie fast ununterbrochen bis zum J. 1839 im Verhältnifs zu der bestandig

fortschreitenden Erweiterung des Betriebes in allen Richtungen. Ich fand die Gruben und Pochwerke mit etwa 500 Mann belegt im J. 1827 und verliefs sie im J. 1840 mit einem Belege von etwa 1000 bis 1200 Mann. Der gröfste Arbeitsbeleg, welchen ich gehabt habe, bestand in folgendem Personale:

| | | |
|---|---|---|
| 1stes Grubenrevier oder Süd-Gruben . . . | 229 | Mann |
| 2tes Grubenrevier oder Mittel-Gruben . . | 327 | – |
| 3tes Grubenrevier oder Nord-Gruben . . . | 390 | – |
| 4tes Grubenrevier oder Mittagshvile-Grube . | 109 | – |
| Die Hougfofs-Pochwerke mit Stofsheerdwäsche | 107 | – |
| Die Skuterud-Pochwerke . . . . . | 33 | – |
| Das Bergand-Pochwerk . . . . . | 10 | – |
| | 1205 | Mann. |

In diesem Personale sind einbegriffen unter Andern: 4 Gruben-Obersteiger und 18 Gruben-Untersteiger; bei den Pochwerken 1 Obersteiger, 2 Steiger und 9 Untersteiger; 23 Schmiede; 153 zwei- und einmännische Bohrhäuer, und etwa 200 Jungen beim Erzscheiden und Pochwerksbetriebe. Ebenso Zimmerleute, Tischler, Maurer u. s. w. Zu extraordinairen Anlagen, z. B. des neuen Erzweges, Teiches u. dergl. wurden noch sogenannte lose Arbeiter auf kurze Zeit angenommen.

Die Löhnung geschah jeden Bergmonat à 4 Wochen oder 13 Mal des Jahres, indem der 13te Monat von Zeit zu Zeit mit 5 Wochen berechnet wurde. Die Obersteiger hatten von 12 bis 18 Species Monatslohn und verschiedene Emolumente, wie freie Wohnung, Holz, Geleuchte und ein Stück Ackerland; die Untersteiger 8 - 10 Species Monatslohn. Bei den Gruben erhielten Handwerker wie Schmiede, Zimmerleute u. s. w. nach Umständen 7 — 8 Sp. Monatslohn, Bohrhäuer 6 Sp. und für die übrigen Arbeitsklassen richtete sich der Lohn nach dem Alter, indem Jungen von 11 Jahren 2 Sp. und Arbeiter von 22 Jahren und darüber 6 Sp. monatlich bekamen; zwischen diesen beiden Extre-

men des Lohnreglements nach dem Alter lagen noch 5 verschiedene Altersklassen. — Bei den Pochwerken hatte ein Oberschlämmer 6 Sp. monatlich, ein Schlämmer 4—4½ Sp, ein Junge je nach seinem Alter 1½—3½ Sp. — Daſs viele dieser Arbeiter aufserdem noch Extraschichten verfuhren oder im Geding arbeiteten, versteht sich von selbst, und dann brachten sie ihr Monatslohn oft viel höher, zuweilen auf das Doppelte und Dreifache. Ein Bergmonat umfafst 24 Schichten.

### §. 14. Wegebau und Forstwesen.

Im Verhältnifs zu seinem Grundeigenthum hat ein jedes Werk in Norwegen einen gewissen Theil der öffentlichen Wege in der Nähe zu unterhalten. Was hinsichtlich dieser Wegearbeit in Verbindung mit Erz- und Grubenwegen unter meine Inspection gestellt war, belief sich im Ganzen auf eine Länge von wenigstens einer deutschen Meile. Diese Wege, die früher an manchen Stellen kaum passirbar waren, befanden sich nun im besten Zustande. — Ebenso gehörte die Verwaltung mehrer zu den Gruben gehörigen Forsten zu meinen Geschäften. In der Regel wurden alle Forsteffecten eingehauft und die eigenen Waldungen nur in Nothfällen benutzt, wodurch man stets vor Verlegenheiten gesichert war.

### §. 15. Schul- Medicinal- und Pensionswesen, samt Kornmagazin.

Die norwegischen Werksbesitzer sind verpflichtet, eigne Schulen für die Kinder ihrer Arbeiter zu halten. Bei den Skuterudder Kobaltgruben befanden sich zwei kleine Bergflecken, der eine Skuterudhobe genannt bei den Gruben selbst, der andere — Skuterudfloden d. h. Skuterudfläche — am Fufse des Grubenberges. Diese Bergflecken enthielten 60 Wohnungen für Arbeiterfamilien und hatten 2 Schullehrer, wovon der Eine zugleich Abendschule für die un-

confirmirten Grubenjungen hielt, deren Anzahl sich zuweilen bis auf 150 belief. Aufserdem liefs ich das Aufseherpersonal und junge Leute, die einmal zu selbigem übergehen sollten, im Schreiben und Rechnen unterweisen. — Ferner besoldete das Werk einen eigenen Bergarzt, der zugleich Apotheker war. Beschädigte Arbeiter erhielten eine bestimmte Zeit lang ihren vollen Lohn, erkrankte Arbeiter den halben Lohn, und Alle mit Einschlufs ihrer Familien bekamen unentgeltlich ärztliche Hülfe und Medicin. — Wenn ein Arbeiter mindestens 2 Jahre im Dienst gewesen war und durch Beschädigung oder Krankheit für stets untüchtig zur Arbeit wurde, so genofs er Pension, nach Umständen ein Drittel oder die Hälfte seines Lohns. Ebenso erhielten die Wittwen der verstorbenen, zuweilen auch Kinder bis zum 14. Jahre, eine reglementsmäfsige Pension. — Auch das Schul-, Medicinal- und Pensionswesen hatte ich als Bergmeister zu verwalten, so wie die Versorgung sämmtlicher Arbeiter mit ihren Familien, sammt den betreffenden Fuhrleuten, mit guten und möglichst billigen Kornwaaren, wozu das Werk ein eigenes Kornmagazin hielt, zu versehen.

## §. 16. Grundeigenthum und dessen Bebauung.

Ursprünglich gehörte zum Grubendepartement nur der Hof Skuterud mit einigen einfachen und sehr verfallnen Officianten- und Arbeiterwohnungen sammt Grubengebäuden. Nach meiner Ankunft wurde der Nachbarhof Aslaksbye zugekauft und mit einem Aufwande von gegen 6000 Species zur Bergmeisterwohnung bebaut und eingerichtet. Die alten Officianten- und Arbeiterwohnungen auf Skuterud wurden verbessert und wenigstens ums Doppelte erweitert, neue Schulgebäude aufgeführt und alle Grubenreviere mit neuen Zechen-, Scheide-, Material- und Pulverhäusern sammt Schmieden bebauet, so wie hier und am Hougfofs 6 Pochwerke und eine Stofsheerdwäsche neu angelegt.

## §. 17. Oekonomische Verhältnisse beim Gruben- und Pochwerksbetriebe.

In vielen Special- und Hauptberichten an die Werksbesitzer habe ich genau nachgewiesen, welche Ersparnisse nach gerade in allen Zweigen des Betriebes erzielt worden sind, und wie enorm alle Verhältnisse sich im Laufe von etwas über ein Decennium erweitert haben. Diese Specialitäten hier zu verfolgen, liegt außer dem Plane dieser Abhandlung. Ich kann und muß mich darauf beschränken, in dieser Beziehung auf die Resultate zu verweisen, welche aus den am Schlusse meiner respondirenden Mittheilungen beigefügten statistischen Tabellen hervorgehen. Aus diesen Tabellen so wie aus der vorstehenden Beschreibung wird man hinlänglich ersehen, daß in wenigen Jahren der jährliche Erzgewinnung verfünffacht und die Pochwerkswirksamkeit vervierfacht, so wie daß die Unkosten pro Tonne bei der ersteren auf ein Drittel und bei der letzteren auf die Hälfte herabgebracht wurden; ferner daß trotz so wesentlicher Ersparnisse dennoch die erfolgreichsten Versuchbaue und überall kostspielige Neubauten durchgeführt und bestritten werden konnten — kurz gesagt, daß ein armlicher, verwahrloster und eingeschränkter Bergbau binnen kurzem zum schwunghaftesten und blühendsten im ganzen Lande wurde. Um diese Resultate zu erreichen, mußte ich oft genug selbst mit Hand anlegen, um Neues zu lehren und Vorurtheile zu überwinden. Jeder sieht ein, welcher Unterschied es ist, der Leitung eines wohlgeordneten Bergbaus zu übernehmen, oder fast Alles dabei so gut wie gänzlich neu erschaffen zu müssen. In einem fremden Lande und in einem Alter von einigen zwanzig Jahren würde ich vergebens versucht haben, diese schwierige Aufgabe zu lösen, hätte ich nicht schon während meines Bergwerksstudiums auf dem Harze und im Erzgebirge Gelegenheit zur Einsammlung vieler praktischer Erfahrungen in al-

len Zweigen bergmännischer Technik und Administration gehabt, und mich eifrig mit der Sphäre des eigentlichen Arbeitsstandes frühzeitig vertraut gemacht. Indem ich dem unerachtet willig erkenne, wie Manches anders und besser hätte gemacht werden können, und wie Vieles noch zu thun war, als meine Thätigkeit unerwartet gehoben wurde, so darf ich doch versichert sein, dafs ein billiger Richter dadurch zufrieden gestellt werden wird, was ein redlicher Wille im Kampfe mit Unwissenheit, Vorurtheil und eingefleischtem Schlendrian ausschliefslich auf seine eigene Kraft beschränkt, wirklich vollbracht hat.

Mit meiner Function als Dirigent des Gruben- und Pochwerkswesens war auch die Ausführung des Markscheidens und des gesammten Rechnungswesens verbunden, letzteres mit Hülfe des erforderlichen Comptoirpersonals. Zur Hülfe beim Betriebe waren zwei Geschworne angestellt. Mein untergeordnetes Aufsichtspersonal bestand also im Ganzen aus 2 Geschwornen, 2 Rechnungsführern, 5 Obersteigern, 2 Steigern, 27 Untersteigern und 2 Schullehrern.

## Dritter Abschnitt.

## Von der Blaufarbenfabrication.

Dafs beim Uebergange des Blaufarbenwerks in private Hände der Zustand des eigentlichen Fabrikationswesens eben so schlecht war, wie der des Grubenbaus, ist leicht begreiflich; dafs die Fabrication dieses Werks nun aber zu den besten und musterhaftesten in der Welt gehört, hat man dem Inspector Friedrich Roscher aus Sachsen zu verdanken, welcher sogleich nach dem Ankaufe von den Besitzern engagirt wurde, und mit grofser Tüchtigkeit und

unermüdeter Thätigkeit bei der Hütte Alles neu geschaffen hat. Da es möglich ist, dafs Hr. Roscher — jetzt Mitbesitzer und Director des Saarumer Kobaltwerks — oder auch Scheerer, sonst Hüttenmeister am Modumer Werke und jetzt Professor in Christiania, ein Mal eine vollständige Beschreibung des Fabricationsprocesses auf Modum bekannt machen wird, und da jedenfalls die Blaufarbenbereitung jetzt ziemlich allgemein bekannt ist, so kann und mufs ich mich hier auf einen noch kürzern Ueberblick von diesem Theile des Werks beschränken, als es schon der Fall mit dem Grubenwesen war, so viel mehr, da die Fabrication ganz aufser dem Bereich meiner Dienstgeschäfte lag.

Nach Ablieferung der getrockneten Schliche von den Pochwerken an die Hütte wurden dieselben zuerst der Calcination unterworfen, welches in 3—6 Reverberiröfen geschieht. Diese Oefen zeichneten sich, wie alle von Roscher aufgeführten Oefen auch zu den andern Manipulationen, durch vortheilhafte Construction aus, und unterscheiden sich von den frühern Calciniröfen bei den sächsischen Blaufarbenwerken namentlich durch ein sehr flaches Gewölbe, etwa 16 Zoll hoch in der Mitte vom Boden an. Dafs ein so erfindungsreicher Mann, wie Roscher, sehr häufig Veränderungen bei der Construction der Oefen vornahm, brauche ich kaum zu erwähnen, und ich will daher nur beispielsweise anführen, dafs ein Ofen, der allen Erwartungen entsprach, eine etwas eiförmige Gestalt und 4 Ellen zur grofsen und 3 Ellen 6 bis 9 Zoll zur kleinen Durchmesseraxe hatte. Von den reichern Schliechen wurden 125 bis 150 Pfd. auf ein Mal eingelegt, und von den ordinairen oder Pocherzschliechen 150 bis 175 Pfd. Im Anfange wird das Schürloch nur theilweise mit gespaltenem Holze gefüllt; das Einlegen geschieht bei dunkler Rothglühhitze, womit etwa 4 Stunden mit allmäliger Steigerung fortgefahren wird. Sodann feuert man mit ungespaltenem Holze in 11—12 Stunden aus allen Kräften, mit Ausnahme

der 2 letzten Stunden, wo man die Hitze nach gerade wieder ermäfsigt. In den ersten Stunden wird fleifsig umgerührt, aber dann nur alle Viertelstunden. In 4 Calcinirofen werden im Bergmonate 250—270 Ctr. Schliech calcinirt mit einem Aufwande an Brennmaterial von 56 Lachter ungespaltnem und 14 Lachter gespaltnem Holze.

Ehe diese calcinirten Schliech zur Schmelzung kommen, werden sie gemengt zu den verschiedenen Beschikkungen, und um diese genau zu treffen, sind natürlich Proben von den Gemengen und nach Umständen auch von den einzelnen Schliechsorten nothwendig, besonders wenn wesentliche Veränderungen in der Qualität dieser letztern zu vermuthen stehen. Das Probiren geschieht namentlich in einem kleinen Schachtofen von 2¼ Elle Höhe, inwendig ganz von feuerfesten Sand- und Thonsteinen aufgeführt, mit Rost, Aschenfall und Muffel, worunter 4 Proben auf ein Mal eingesetzt werden können. Man nimmt zur Probe 1 Theil Schliech, 2 Theile Potasche und 3 Theile Sand oder Quarz, und sind dazu etwa 3 Stunden erforderlich. Ab und zu werden die kleinen Probirhäfen auch in den gewöhnlichen Glasschmelzofen eingesetzt.

Zum Glasschmelzen hatte man zwei runde Oefen, die sich ebenfalls durch präcise Construction, mit möglichst flacher Haube und Vermeidung alles unnützen Raums auszeichneten, um die Hitze so viel mehr zu concentriren. In der Regel fafste ein Ofen 6 Häfen und jeder von diesen 1 Ctr. Beschickung. Ein Schmelzen dauerte 12 Stunden, während dessen mehrere Mal umgerührt wurde, Wenn z. B. um 4 Uhr eingelegt war, so wurde um 9 Uhr das erste Mal, um 1 Uhr das zweite und um 4 Uhr das dritte Mal gerührt. Dafs alle solche Zeitbestimmungen sowohl in diesem als in jenem der andern Zweige der Fabrikation veränderlich sind, je nach mannigfaltigen Umständen, versteht sich von selbst. Das Entleeren geschieht durch Ausschöpfen. Die Häfen verfertigt man aus Cöllnischem Thone;

zu 6 Hafen wurden 6 Balgen (à ½ Dresdner Scheffel) ungebrannter Thon mit Haufen gemessen und 12 Bälgen gebrannter Thon gestrichnen Gemäfses verbraucht. Vor dem Gebrauche müssen diese Häfen sorgfältig in dem sogenannten Temperofen angewärmt werden.

Das geschmolzne und abgekühlte Glas wird nun gepocht unter dreistempligen Trockenpochsätzen, wovon sich gewöhnlich zwei in jedem Mühlengebäude befinden; das Gepochte wird durchgeworfen und dann 6 Stunden lang gemahlen. Das Werk hatte zwei räumliche Mühlengebäude mit 5 Paar Mühlen in jedem und jedes Paar an einer eignen Welle angebracht. Von einigen dieser Wellen werden auch die eben genannten Pochsätze zum Pochen des Farbenglases, Thons u. s. w. mit in Bewegung gesetzt, eben so eine Schneidemaschine, wo gewisse Farbensorten mit horizontalen scharfen Messern, ähnlich wie unter einem Kohlhobel, nur dafs die Bewegung hier im Kreise ging, zerkleinert wurden. Die Sortirungen in Farben und Eschel, das Verwaschen und Abzapfen aus den verschiedenen Gefäfsen, Trocknen (auf hölzernen Rahmen) und Sieben wie gewöhnlich. Vorstehendes gilt für die wirkliche Farbenbereitung; wo es sich nur um die sogenannten Saflors oder Zaffers handelt, da endet die Behandlung schon mit dem Gemenge der calcinirten Schliche mit gewissen Theilen Sand, je nach der höhern oder niedern Nummer von Farbe, wozu diese Beschickungsmasse demnächst vom Käufer verschmolzen werden soll.

Da das Modumer Werk vorzugsweise nur hohe Farben bereitet, so bedurfte man stets eines hinlänglichen Zusatzes von reichen Erzschlichen, um das Muster erreichen zu können. Diese waren inzwischen nicht immer in hinreichender Menge zu haben, weshalb Rasche mit grofsem Vortheil eine Concentrationsarbeit für die ärmsten oder kupferhaltigen Pocherzschliche, wovon man in spaterer Zeit [illegible] Wasser gewann, einführte, welche auch Metall-

schmelzen, Reductionsarbeit u. s. w. genannt wurde. Er reducirte nämlich in gewöhnlichen Schmelzhäfen, die jedoch zum Abzapfen eingerichtet waren, vermittelst Zusatz von Kohle, übereinstimmend mit der weiter unten anzugebenden Beschickung, die gerösteten Schlieche zu einem Kobaltmetalle, wovon bis 20 Proc. herausgebracht werden konnten. Von Arsenik und namentlich Schwefel waren die Schlieche schon bei der Röstung bestmöglichst befreit worden; bei der Reduction wurden die andern metallischen verunreinigenden Theile verschlackt — zu einer schönen obsidianartigen Schlacke — und man behielt dann einen ziemlich reinen Kobaltregulus zurück. Dieses Kobaltmetall wurde wieder gepocht, calcinirt, wobei es an 16 Proc. im Gewicht zunahm, und dann eben so wie reicheren Erzschlieche zur Farbenfabrikation angewandt. Die zum Metallschmelzen zu verwendenden ordinairen Schlieche wurden nur einer 12stündigen Calcination unterworfen, oder gewissermaafsen nur einer Entschwefelung, da man gern so viel von Arsenik als möglich darin behält, zur Beförderung der Leichtflüssigkeit.

Das zerpulverte Metall dagegen mufste unter fleifsigem Umrühren 18 Stunden lang geröstet werden. Von der zu reducirenden Masse wurde 1 Ctr. in jeden der Häfen eingetragen, und hatte man zu dieser Schmelzung ein eigenes kleines Hüttengebäude mit einem Schmelzofen, ganz gleich denen zum Glasschmelzen. Inspector Fr. Roscher machte schon vor etwa 18 Jahren den ersten Versuch mit dieser Concentrationsarbeit, und zwar in einem kleinen Schachtofen, fand jedoch späterhin das Schmelzen in Häfen vortheilhafter. Sein Bruder, der jetzige Inspector der Modumer Blaufarbenfabrication, Gustav Roscher soll wieder zum Schmelzen in Schachtöfen und am liebsten in einem niedrigen Hochofen zurückgehen wollen, indem er sich davon nicht unwesentliche Ersparnisse verspricht. Sein Verfahren dabei würde ungefähr Folgendes sein: Die ärm-

sten und eisenreichsten Schliche, namentlich No. 2, 3 und 4 kupferhaltiger Porberzschliech, werden schwach geröstet und darauf mit Kohlenstaub, Flufsspath, etwas Hohofenschlacke und Letterthon pulverförmig gemengt; das Gemenge feuchtet man darauf mit Kalkwasser an, um einen Teig zu bilden, der nach dem Trocknen in solche Stücke zerbröckelt wird, die passend zur Schmelzung sind, begreiflicher Weise um die Masse nicht in Pulverform in den Ofen zu bringen. Dieses Gemenge wird dann in einem Krummofen oder niedrigen Hohofen verschmolzen, wovon ein concentrirtes Metall fällt, welches man auf flachen Gaarheerden wieder einschmelzt und hier noch den gröfsten Theil des Eisens abscheidet. Das erhaltene Kobaltmetall wird nun ganz eben so weiter behandelt, wie das bei Hüttenschmelzen gewonnene. Friedrich Roscher, dessen erster Versuch im Jahr 1820, wie schon gesagt, auch im Schachtofen angestellt ward, soll jetzt beim Saarumer Werke die Concentration ebenfalls vermittelst Ofenschmelzen im Grofsen treiben.

Als historische Notiz sei hier angefügt, dafs der vorige Besitzer des Saarumer Kobaltwerks mit Hulfe eines englischen Arbeiters ungefähr gleichzeitig mit dem Modumer Werke einen Concentrationsprocefs im kleinen trieb, indem er in Tiegeln, von der Gröfse und Form gewöhnlicher Probirhäfen beim Blaufarbenglasschmelzen, ein Gemenge von 1 Pfd. Kobaltschliech, etwas Quarzsand und Potasche sammt etwa einer Theetasse voll Kohlenstaub einschmolz. Solcher Tiegel standen 120 unbedeckt in einem länglichen Flammofen mit ziemlich hoher Schlotte. 120 Pfd. Schliech sollen 22 Pfd. Kobaltmetall gegeben haben.

Durch Einführung dieser Concentrationsarbeit hat Hr. Fr. Roscher, aufser dafs er überhaupt die Fabrication in jeder Beziehung so vervollkommt hat, dafs kaum ein einzelnes der Blaufarbenwerke in Deutschland sich an den letzten Decennien mit dem Modumer messen konnte, noch

das wesentliche Verdienst erworben, die grofsen Massen von kupferhaltigen Pocherzen, womit ich die Erzgewinnung vermehrte, und die bei der stets wachsenden Schwierigkeit des Grubenbaus und der Unzulänglichkeit der reichern Erze zu dem verlangten Quantum Farben von unendlicher Wichtigkeit wurden, aufserordentlich nutzbar fürs Werk zu machen. Ja man darf sagen, dafs diese Massen von kupferhaltigen Erzen, durch mehrgenannten Concentrationsprocefs zu einem Producte Kobaltmetall veredelt, wovon 1 Centner zu einem Werthe von 300 Spec. angeschlagen wurde, das Modumer Blaufarbenwerk vor einem baldigen Ruin bewahrt haben. Aus 1 Ctr. Kobaltmetall fielen an Farbe 7—8 Ctr. *HFE.* — Vom guten Pocherzschliech, der unmittelbar zur Glasschmelzung ohne vorherige Concentration verwandt wurde, schlug man 1 Centner zu 60 Species Werth an.

1 Tonne gutes Reicherz wog 8¼ Ctr., gab 200—255 Pfd. Schliech, hatte einen Röstverlust von 20—30 Procent und gab mit 7—8 Theilen Sand *HF* Glas (3 *F* Glas).

1 Tonne kupferhaltiges Reicherz 7¾ Ctr., 110—255 Pfd. Schliech, 28—42 Proc. Röstverlust, und mit 3—7 Sand, *HF* Glas.

1 Tonne Mittelerz (Guulerz) 7¼ Ctr., 68—100 Pfd. Schliech, 20—34 Proc. Röstverlust, und mit 6½ Sand durchschnittlich, *HF* Glas.

1 Tonne gutes Pocherz 7 Ctr., 13—16½ Pfd. Schliech, 20—25 Proc. Röstverlust, und mit 2—3 Sand, *HF* Glas.

1 Tonne kupferhaltiges Pocherz 7 Ctr., 7—12½ Pfd. Schliech, 21—26 Proc. Röstverlust, und mit 1 Sand, *HF* Glas (zuweilen ohne Sandzusatz).

Der Quarz zum Sande wurde sehr rein in der Nähe des Werks gewonnen, und kam die Tonne (8 Cubikfufs) auf circa 2 Species zu stehen, exclusive der Kosten beim Mürbebrennen und Pochen desselben. Die rohe Potasche kauft man von norwegischen Waldbesitzern und raffinirt

sie selbst weiter. Der beim Rösten in langen Giftfängen aufgefangene rohe Arsenik ist bisher ohne Benutzung angesammelt worden; man soll aber nun Anstalten zu seiner Raffinirung getroffen haben. — Die Mühlsteine werden aus Quarzblöcken gehauen.

Außer einem Inspector und Nachtlättenmeister, sowie ab und zu einem Aufseher mit etwa 10 Species Lohn pro Bergmonat, bestand das Arbeitspersonal des Farbenwerks aus folgenden Personen mit beigefügtem Schichtlohne:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ein Häfenfabrikant mit 10—10 Spec. Monatslohn | | | |
| Ein Mauermeister mit | 45 | Schill. | pro Schicht |
| Sechs Schlieckcalcinirer à | 40 | — | — |
| Acht Schmelzer à | 35—40 | — | — |
| Zwei Gemengmacher à | 30—35 | — | — |
| Vier Müller à | 30 | — | — |
| Ein Müllermeister . . . . . | 40 | — | — |
| Vier Wäscher à | 30 | — | — |
| Sechs Sieber à | 30—35 | — | — |
| Ein Quarzpocker | 35 | — | — |
| Ein Feuerwärter | 35 | — | — |
| Ein Schornstein- und Giftfangfeger | 35 | — | — |
| Ein Nachtwächter . . . . . | 35 | — | — |
| Ein Zimmermeister . . . . . | 70 | — | — |
| Zwei Schmiede à . . . . . | 40—45 | — | — |

So war der Arbeitsstock bei der eigentlichen Fabrikation im Jahre 1830, und hat sich dabei späterhin wenig verändert, außer daß namentlich das Personal bei den Calcinir- und Schmelzöfen vermehrt ist, je nachdem mehrere Oefen in Gebrauch kamen, so daß die Mannschaft etwa 60 Personen betrug, wenn dazu 4 Böttcher gerechnet werden, die im Accord arbeiten, und ab und zu Zimmerleute, Tischler, Schmiede- und Maurergesellen. Die bergmonatlichen Ausgaben betrugen im Ganzen circa 500 Species an Arbeitslohn. Das Farbenwerk hat seinen eignen Schalleiter und übrigens gelten hier dieselben Regeln wie bei den

Gruben hinsichtlich der Versorgung von kranken und alten Arbeitern, Wittwen u. s. w., hinsichtlich der Verpflichtung zur Unterhaltung eines Kornmagazins, der erforderlichen Wege und Brücken u. s. w.

Die Production, Gesammtausgabe u. dgl. wird aus den statistischen Tabellen ersichtlich werden.

Ich schliefse diesen Abschnitt mit der Beigabe einiger Betriebsthatsachen, namentlich von Gemengen zu den verschiedenen Fabrikaten. Es sei hier ein für alle Mal bemerkt, dafs das Fabrications- und Rechnungsjahr beim Blaufarbenwerke vom 1sten Juli bis 30sten Juni gerechnet wurde, weshalb immer die letzte Hälfte des einen und erste Hälfte des andern Jahres Ein Rechnungsjahr ausmachen.

1) Im Jahre $18\frac{41}{42}$:

a) Gemenge zu Kobaltmetall:

112 Centner Metall fabricirt aus:

546 Ctr. 11 Pfd. kupferhaltigen Pocherzschliechen
11 - 63 - Potasche
188 - 54 - Glasscherben
73¼ Tonne Kohlenstaub.

Dazu verbraucht 162 Lachter (Klafter) gespaltenes Holz.

b) Gemenge zu *FFFF* Glas;

1163 Ctr. 82 Pfd. Glas fabricirt aus:

130 Ctr. 97 Pfd. Reich- und Mittelerzschlieche
6 - 65 - Pocherzschlieche
188 - — - *FFFF* Eschel
6 - 76 - Kobaltoxyd (d. h. calcinirtes Kobaltmetall)
644 - — - Sand
299 - 1 - Potasche
49 - 50 - *FFF* & *FF* Eschel.

c) Gemenge zu *FFF* Glas:

679 Ctr. 26 Pfd. Glas fabricirt aus:

37 Ctr. 2 Pfd. reiche Schliecho

18 Ctr. 62 Pfd. Pocherzschlieche
24 - 62 - Oxyd
87 - 25 - *FFFB* Kachel
24 - — - 4*F*, 3*F* & 2*F* Kachel
407 - 50 - Sand
203 - 39 - Potasche.

*d*) Gemenge zu *FF* Glas:
291 Ctr. 99 Pfd. Glas fabricirt aus:
43 Ctr. 80 Pfd. Pocherzschlieche
11 - 50 - *FFC* cassirt
11 - 50 - 4*F* Kachel
173 - 89 - Sand
73 - 74 - Potasche.

*e*) Gemenge zu *FCB* Glas:
746 Ctr. 28 Pfd. Glas fabricirt aus:
64 Ctr. 72 Pfd. Pocherzschlieche
30 - — - *FKB* cassirt
283 - — - *FKB* & *MKB* Kachel
283 - 75 - Sand
124 - 8 - Potasche.

*f*) Gemenge zu *MCB* Glas:
755 Ctr. 38 Pfd. Glas fabricirt aus:
30 Ctr. 82 Pfd. Pocherzschlieche
501 - — - *FK*, *FKB* & *MKB* Kachel
7 - 7 - Eisenstein
192 - 36 - Sand
86 - 83 - Potasche.

*g*) Gemenge zu *OC* Glas:
211 Ctr. 24 Pfd. Glas fabricirt aus:
27 Ctr. 60 Pfd. Pocherzschlieche
143 - 20 - Sand
60 - 85 - Potasche.

Zur Schmelzung vorstehender 3847 Ctr. 97 Pfd. verschiedener Farbenglase wurden im Ganzen 808 Lachter gespaltenes Holz verbraucht.

*b*) Zu 1404 *FFS* (2*F* Zaffer) wurden verbraucht:

1299 Ctr. 45 Pfd. Pocherzschliech
77 - 93 - Kobaltoxyd
7 - 32 - reiche Schlieche
19 - 30 - Sand.

2) Im Jahre 18$\frac{4}{4}$.

*a*) Gemenge zu *OC* Glas:

214 Ctr. 42 Pfd. Glas fabricirt aus:

21 Ctr. 41 Pfd. Pocherzschlieche
157 - — - Sand
59 - 49 - Potasche.

*b*) Gemenge zu *MC* Glas:

122 Ctr. 78 Pfd. Glas fabricirt aus:

58 Ctr. 50 Pfd. diverse alte Sumpfeschel
19 - 50 - *FEB* unverwaschen
47 - 25 - Sand
12 - 82 - Potasche.

3) Im Jahre 18$\frac{4}{4}$.

Gemenge zu *FC* Glas:

59 Ctr. 26 Pfd. Glas fabricirt aus:

9 Ctr. — Pfd. Pocherzschliech
9 - 48 - *FE* Eschel
9 - 48 - alte Sumpfeschel
52 - 98 - Sand
23 - 58 - Potasche.

Die statistischen Tabellen werden eine summarische Angabe des jährlichen Fabrikats von 18$\frac{4}{4}$ bis 18$\frac{4}{4}$ enthalten; doch will ich hier schliefslich wenigstens von einem Jahre (18$\frac{4}{4}$) ein specificirtes Verzeichnifs der fabricirten Waaren geben, mit Preis pro Centner und Gesammtwerth.

## Verzeichniss der im Jahre 18[illegible] verfertigten Fabrikate.

| Ctr. | Pfd. | | Silber Spec. | SSpec. | Schil. |
|---|---|---|---|---|---|
| 897 | 60 | *FFFFE* | à 36 | 32313 | 72 |
| 294 | 75 | *FFFE* | à 27 | 7956 | 90 |
| 30 | — | *FFFE+* | à 23½ | 690 | — |
| 135 | 52 | *FFE* | à 19 | 2574 | 105 |
| 59 | 60 | *FE* | à 14½ | 864 | 24 |
| 133 | —½ | *OE* | à 11 | 1463 | 6 |
| 157 | 60 | *FFFC* | à 28 | 4412 | 96 |
| 164 | 60 | *FCB* | à 8½ | 1399 | 12 |
| 487 | 60 | *MEB* | à 8 1/16 | 3949 | 67 |
| 103 | 10 | *FEB* | à 9 | 927 | 108 |
| 1425 | 25 | *FFS* (Zaffer) | à 58½ | 83139 | 60 |
| — | 25 | blau Streusand | à 7½ | 1 | 110 |
| — | 10 | *FFFFFE* | à 45 | 4 | 60 |
| — | 10 | *FFFFC* | à 36 | 3 | 72 |
| — | 10 | *FC* | à 14½ | 1 | 54 |
| — | 10 | *MC* | à 10½ | 1 | 6 |
| — | 10 | *OC* | à 9½ | — | 114 |
| — | 10 | *ME* | à 12½ | 1 | 30 |
| — | 10 | *MCB* | à 7½ | — | 92 |
| 249 | 75 | *FFFFE*[a] (Sumpfeschel) | à 14 | 3498 | 60 |
| 127 | 50 | *FFFE*[a] | à 11 | 1402 | 60 |
| 105 | — | *MEB*[a] & *FE*[a] | à 2½ | 262 | 60 |
| 98 | — | *MEB*[a] & *FEB*[a] | à 2½ | 220 | 60 |
| 40 | — | *OE*[a] | à 2½ | 100 | — |
| 272 | — | *FEB*[a] | à 5½ | 1496 | — |
| 4761 | 62½ | | | 146,716 | 98 |

Hiervon wurden aber unverpacht wieder zur folgenden Fabrikation verbraucht: 1330 Ctr. 75 Pfd. (worunter namentlich 1263 Ctr. 75 Pfd. Sumpfeschel) an einem Werthe von 10160 Silberspec. 60 Schill. Es verbleiben also selbigen Jahres wirklich producirt und verpacht 3451 Ctr.

7½ Pfd. mit einem Gesammtwerthe von 136547 Silberspec. 38 Schill. oder berechnet nach dem dort geltenden Course von 112 Proc. = 152932 Spec. 119 Schill. norwegisches Papiergeld.

## Vierter Abschnitt.

### General-Administration, sowie statistische Angaben und Tabellen.

Die General-Administration des Werks bestand für die Gruben- und Pochwerke aus einem Bergmeister mit dem oben angegebenen untergeordneten Personale; für das eigentliche Farbenwerk aus einem Hütteninspector und einem Nachthüttenmeister; für die Buchhalterei und Materialverwaltung aus einem Buchhalter, einem Materialverwalter und einigen Comtoristen. Einer der Besitzer wohnte auf dem Hofe Fossum und leitete namentlich das Commercielle und Oekonomische, sowie die Disposition über das ganze Werk.

Die Eigenthümer und Herrlichkeiten des Werks bestanden hauptsächlichst aus:

*a*) Dem Hofe Fossum mit sämmtlichen Fabrikgebäuden, 5 Erzpochwerken, 3 Sägemühlen, 2 Mahlmühlen, einem Kornmagazin, 8 Officiantenwohnungen, 16 Häuslerplätzen, 1 Bergflecken mit 24 Arbeiterwohnungen, 1 Schulgebäude, 1 Wirthshaus, 450 Einwohnern, wovon 70 verschiedene Arbeiter.

*b*) Dem Hofe Skuterud und Aslaksbye mit den Kobaltgruben, 2 Bergflecken mit 65 Arbeiterwohnungen, 5 Officiantenwohnungen, 4 Pochwerken, 2 Schulgebäuden, 2 Pulverhäusern, 326 Einwohnern und durchschnittlich 500 bis

1000 Gruben-, Pochwerks- und Tagearbeitern, Handwerkern u. s. w.

Beim Farbenwerke waren namentlich des Winters etwa 25, und bei den Gruben, besonders mit Hinschluß des Pocherztransportes, an 80 Fuhrleute beschäftigt.

Im Jahre 1839 betrug allein bei den Gruben und Pochwerken die Anzahl der Arbeiter mit zugehörigen Familien 1886 Seelen. In demselben Jahre waren die sämmtlichen Gebäude und Maschinen des Werks für 106,387 Species in der Brandcasse versichert, wovon etwa 20,000 Species auf das Grubendepartement, 8000 Spec. auf die Pochwerke am Hougfoß und 50,000 Spec. auf das eigentliche Farbenwerk kommen, und der Rest auf sämmtliche übrigen Gebäude. Daß bei solchen Taxationen nicht der volle Werth gerechnet wird, brauche ich kaum zu bemerken.

Eine Specifikation der Gebäude des Farbenwerks und deren Taxation könnte schließlich vielleicht von Interesse sein:

| | |
|---|---|
| a) Eine Calcinirhütte aus Fachwerk 28° lang, 6° hoch, 7° breit mit 2 Calcinirofen und vollem Zubehör . . . . . | 500 Spec. |
| b) Eine dito, 19° lang, 11° breit, 4° hoch mit 3 Oefen u. s. w. . . . . | 600 - |
| c) 460 Ellen lange Gißfänge aus Mauer auf Holzunterbau, die Fänge selbst 2° im Quadrat weit . . . . . | 700 - |
| d) Eine Schmelzhütte aus Fachwerk, 51° lang, 21½° breit, 6° hoch, mit 2 Schmelzöfen, 1 Calcinirofen, 1 Temperirofen, Alles mit Zubehör, 1 Comptoir, 1 Laboratorium, 2 Flügelgebäude von 10° Länge, 10° Breite und 3½° Höhe mit 2 gemauerten Kellern und einer Petroleumsiederei . . . . . | 10,000 - |
| e) Eine Schmelzhütte zur Concentrationsarbeit aus Mauer, 18° lang, 16° breit, 6° hoch | |

| | | |
|---|---|---|
| mit 1 Schmelzofen, 1 Calcinirofen, 2 Fontainen u. s. w. . . . . | | 3000 Spec. |
| *f*) Ein Waschgebäude aus Mauer, 28° lang, 17° breit, 6½° hoch . . | 10,000 Spec. | |
| Darin 5 Mühlen mit Zubehör, eiserne Kammräder, Radwellen, 1 Farbenhobelmaschine mit 2 eisernen Kammrädern und 32 Stahlzähnen, 1 Fontaine, 1 Farbenmühle u. s. w. . . . . | 8,000 Spec. | 18,000 - |
| *g*) Ein Waschgebäude aus Fachwerk, 45° lang, 28¾° breit, 6° hoch . . | 9,000 Spec. | |
| Darin 5 Mühlen mit Zubehör | 8,000 - | 15,000 - |
| *h*) Ein Trockenhaus, gemauert, 25½° lang, 16½° breit, 9° hoch nebst einem gemauerten Nebengebäude von 7½° Länge, 6° Breite . . . . . | | 3,000 - |
| | | = 50,800 Spec. |

I. Nachweisung der gewonnenen Erze, samt der dazu verwandten wirklich activen Mannschaft.

| Zeitraum | Gewonnen: | | | | | Activer Arbeitsbelegzur Erzgewinnung | Also kommt auf Einen Mann im Jahre |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Reiche Erze | Ordinaire Pocherze | Kupferhaltige Pocherze | Summa beide Sorten Pocherze zusammen | Summa reiche Erze und Pocherze zusammen | | |
| Jahr | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Mann | Tonnen |
| 18[illegible] | 116[illegible] | 3502[illegible] | — | 3502[illegible] | 3618[illegible] | 344 | 10[illegible] |
| 18[illegible] | 86 | 4486[illegible] | 691[illegible] | 5178[illegible] | 5264[illegible] | 417 | 12[illegible] |
| 18[illegible] | 124[illegible] | 6346[illegible] | 1738[illegible] | 8084[illegible] | 8208[illegible] | 487 | 16[illegible] |
| 18[illegible] | 114[illegible] | 5773 | 2364[illegible] | 8137[illegible] | 8252[illegible] | 462 | 17[illegible] |
| 18[illegible] | 106[illegible] | 5546 | 3536[illegible] | 9082[illegible] | 9188[illegible] | 454 | 20[illegible] |
| 18[illegible] | 104[illegible] | 6137[illegible] | 4744 | 10881[illegible] | 10986[illegible] | 467 | 23[illegible] |
| 18[illegible] | 80[illegible] | 4915[illegible] | 4959[illegible] | 9875 | 9955[illegible] | 408 | 24[illegible] |
| 18[illegible] | 103[illegible] | 3044[illegible] | 5032[illegible] | 8077[illegible] | 8181[illegible] | 360 | 22[illegible] |
| 18[illegible] | 156[illegible] | 3639[illegible] | 7198[illegible] | 10831[illegible] | 10987[illegible] | 444 | 24[illegible] |
| 18[illegible] | 102[illegible] | 3504[illegible] | 9180[illegible] | 12685[illegible] | 12787[illegible] | 494 | 25[illegible] |
| 18[illegible] | 139[illegible] | 4036[illegible] | 10456[illegible] | 14493 | 14632[illegible] | 550 | 26[illegible] |
| 18[illegible] | 163[illegible] | 5077 | 13946 | 19023 | 19186[illegible] | 617 | 31 |
| 18[illegible] | 219[illegible] | 7162[illegible] | 19067[illegible] | 26230 | 26449[illegible] | 840 | 31[illegible] |

Anmerkung. 1) In den beiden letzten Jahren sind außerdem noch etwa 10000 Tonnen Grubenklein zu unmittelbarer Verpochung aufgelegt worden, das an Schliechgehalt und Werth ungefähr dem kupferhaltigen Erz gleichkommt.

2) Außer den Erzen und dem Grubenklein sind in jedem Jahre auch mehre Hundert Tonnen Erzabschlag (beim Scheiden) gewonnen worden, dessen Gehalt dem des ordinairen Pocherzes gleich kam.

## II. Nachweisung der verpochten Erze samt der daraus gewonnenen Schlieche.

| Zeitraum | Verpocht: Reiche Erze und davon erhaltener Schliech | | | Ordinaires Pocherz und davon erhaltener Schliech | | | Kupferhaltiges Pocherz, samt Grubenklein und davon erhaltener Schliech | | | Summa der verpochten Erze u. Pocherze und davon erhaltener Schliech | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Verpocht | Schliech | Also pro Tonne | Verpocht | Schliech | Also pro Tonne | Verpocht | Schliech | Also pro Tonne | Verpocht | Schliech |
| Jahr | Tonnen | Ctr. | Pfd. | Tonnen | Ctr. | Pfd. | Tonnen | Ctr. | Pfd. | Tonnen | Ctr. |
| $18\frac{26}{27}$ | $134\frac{5}{8}$ | $124\frac{82}{100}$ | $93\frac{1}{10}$ | $2280\frac{2}{8}$ | $364\frac{81}{100}$ | 16 | $363\frac{4}{8}$ | $44\frac{24}{100}$ | $12\frac{1}{10}$ | $2778\frac{5}{8}$ | $533\frac{6}{100}$ |
| $18\frac{27}{28}$ | $99\frac{6}{8}$ | $120\frac{6}{100}$ | $121\frac{2}{10}$ | $3739\frac{4}{8}$ | $559\frac{57}{100}$ | $14\frac{9}{10}$ | $547\frac{2}{8}$ | $54\frac{55}{100}$ | $9\frac{9}{10}$ | $4386\frac{2}{8}$ | $734\frac{45}{100}$ |
| $18\frac{28}{29}$ | $136\frac{3}{8}$ | $150\frac{10}{100}$ | $110\frac{5}{10}$ | 5542 | $729\frac{11}{100}$ | $13\frac{1}{10}$ | 668 | $48\frac{25}{100}$ | $7\frac{2}{10}$ | $6346\frac{7}{8}$ | $927\frac{66}{100}$ |
| $18\frac{29}{30}$ | $117\frac{4}{8}$ | $179\frac{2}{100}$ | 153 | 5509 | $718\frac{57}{100}$ | 13 | $2420\frac{6}{8}$ | $249\frac{57}{100}$ | $10\frac{3}{10}$ | $8047\frac{2}{8}$ | $1147\frac{46}{100}$ |
| $18\frac{30}{31}$ | $112\frac{3}{8}$ | $112\frac{95}{100}$ | $100\frac{8}{10}$ | 5005 | $808\frac{42}{100}$ | $16\frac{3}{10}$ | 2488 | $309\frac{24}{100}$ | $12\frac{4}{10}$ | $7605\frac{4}{8}$ | $1230\frac{69}{100}$ |
| $18\frac{31}{32}$ | $89\frac{6}{8}$ | $87\frac{43}{100}$ | $98\frac{2}{10}$ | 7497 | $1224\frac{52}{100}$ | $16\frac{3}{10}$ | 2197 | $270\frac{9}{100}$ | $12\frac{2}{10}$ | $9783\frac{6}{8}$ | $1582\frac{10}{100}$ |
| $18\frac{32}{33}$ | $111\frac{6}{8}$ | $162\frac{91}{100}$ | $146\frac{7}{10}$ | 7826 | $1124\frac{91}{100}$ | $14\frac{3}{10}$ | 2366 | $250\frac{6}{100}$ | $10\frac{4}{10}$ | $10323\frac{4}{8}$ | $1538\frac{18}{100}$ |
| $18\frac{33}{34}$ | $118\frac{1}{8}$ | $168\frac{78}{100}$ | 143 | $4960\frac{7}{8}$ | $699\frac{11}{100}$ | 14 | $10298\frac{7}{8}$ | $1155\frac{99}{100}$ | $11\frac{2}{10}$ | $15377\frac{7}{8}$ | $2023\frac{89}{100}$ |
| $18\frac{34}{35}$ | $155\frac{4}{8}$ | $207\frac{91}{100}$ | $134\frac{7}{10}$ | 1800 | $280\frac{49}{100}$ | $15\frac{5}{10}$ | $11106\frac{5}{8}$ | $1178\frac{56}{100}$ | $10\frac{6}{10}$ | $13062\frac{1}{8}$ | $1666\frac{96}{100}$ |
| | | | | Zusammen verpocht ordinair und Kupfer-Pocherz | | | | | | | |
| $18\frac{35}{36}$ | $124\frac{2}{8}$ | $207\frac{89}{00}$ | $159\frac{7}{10}$ | 14717 Tonnen mit $1729\frac{96}{100}$ Ctr. Schliech | | | | | | $14841\frac{3}{8}$ | $1937\frac{55}{100}$ |
| | | | | Ebenso | | | | | | | |
| $18\frac{36}{37}$ | $151\frac{5}{8}$ | $188\frac{19}{100}$ | $124\frac{6}{10}$ | $16982\frac{2}{8}$ Tonnen mit $1957\frac{11}{100}$ Ctr. Schliech | | | | | | $17133\frac{7}{8}$ | $2145\frac{30}{100}$ |
| $18\frac{37}{38}$ | $159\frac{6}{8}$ | $212\frac{2}{100}$ | $133\frac{6}{10}$ | $5827\frac{4}{8}$ | $909\frac{11}{100}$ | $15\frac{6}{10}$ | $14147\frac{4}{8}$ | $1410\frac{69}{100}$ | $9\frac{9}{10}$ | $20134\frac{8}{8}$ | $2531\frac{83}{100}$ |
| $18\frac{38}{39}$ | $234\frac{6}{8}$ | $259\frac{13}{100}$ | $110\frac{7}{10}$ | 6686 | $925\frac{39}{100}$ | $13\frac{8}{10}$ | $19325\frac{6}{8}$ | $1921\frac{62}{100}$ | $9\frac{9}{10}$ | $26246\frac{4}{8}$ | $3106\frac{25}{100}$ |

Anmerkung. Für die letzte Rubrik läfst sich kein Durchschnittsgehalt für den Schliech finden, da die eine darin einbegriffene Erzsorte — das kupferhaltige Pocherz — in den letzten Jahren so angewachsen ist, dafs sie gewissermaafsen die andern Sorten verschlingt und im Gehalte herabziehen würde, wenn man alle Sorten zusammenwerfen wollte.

## III. Nachweisung der wirklichen Ausgaben beim Gruben- und Pochwerksbetriebe nach den Gruben- und Pochwerksbüchern.

| Zeitraum Jahr | Wirkliche Ausgaben beim Grubenbetriebe nach den Grubenbüchern | | Also hat Eine Tonne durchschnittlich gekostet | | Wirkliche Ausgaben beim Pochwerksbetriebe nach den Pochwerksbüchern | | Also hat Eine Tonne durchschnittlich gekostet | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pap. Spec. | Schill. | Pap. Spec. | Schill. | Pap. Spec. | Schill. | Pap. Spec. | Schill. |
| 18[illegible] | 20419 | 21 | 5 | 77 | 1161 | 17 | — | 50 |
| 18[illegible] | 26449 | 105 | 5 | 2 | 1310 | 104 | — | 35 |
| 18[illegible] | 32040 | 39 | 3 | 108 | 1560 | 21 | — | 29 |
| 18[illegible] | 31951 | 114 | 3 | 104 | 1765 | 30 | — | 26 |
| 18[illegible] | 30905 | 46 | 3 | 43 | 1740 | 34 | — | 27 |
| 18[illegible] | 32015 | 7 | 2 | 109 | 2511 | 96 | — | 30 |
| 18[illegible] | 29200 | 98 | 2 | 112 | 2622 | 79 | — | 30 |
| 18[illegible] | 24883 | 32 | 3 | 4 | 3744 | 67 | — | 29 |
| 18[illegible] | 27991 | 42 | 2 | 65 | 3133 | 24 | — | 28 |
| 18[illegible] | 31005 | 83 | 2 | 50 | 3427 | 15 | — | 27 |
| 18[illegible] | 34317 | 71 | 2 | 48 | 3475 | 90 | — | 24 |
| 18[illegible] | 40336 | 36 | 2 | 12 | 4021 | 31 | — | 23 |
| 18[illegible] | 53071 | 47 | 2 | — | 5103 | 58 | — | 23 |

Anmerkung. 1) In diesen Ausgaben ist Alles einbegriffen, was in den Grubenbüchern berechnet wurde, nämlich hauptsächlich alle Arbeitslöhne, sammt Ausgaben für Brennholz, Kohlen und für einige andere Materialien.

Dagegen wurden Materialien, wie Eisen, Pulver u. s. w. nur in den Hauptbüchern des Werks berechnet und kommen also unter die General-Unkosten.

2) Die Rubrik über den Pochwerksbetrieb weist ausschließlich nur das Arbeitslohn beim Verpochen und Waschen nach, exclusive aller Materialkosten.

## IV. Nachweisung der General-Unkosten beim Gruben- und Pochwerksbetriebe, samt Erztransporten, inclusive aller Ausgaben.

| Zeitraum | Generalkosten beim Grubenbetriebe nach den Hauptbüchern | | Generalkosten beim Pochwerksbetriebe nach den Hauptbüchern | | Kosten beim Erztransporte nach den Hauptbüchern | | Summa aller General-Unkosten beim Gruben- u. Pochwerksbetriebe, samt Erztransporten | | Also kostete Ein Centner fertiger Schliech | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | Pap. Spec. | Schill. | Pap. Spec. | Schill. | Pap. Spec. | Schill. | Pap. Spec. | Schill. | Pap. Spec. | Schill. |
| 18[illegible] | 23528 | 85 | 1417 | 12 | 680 | 96 | 25626 | 73 | 48 | 9 |
| 18[illegible] | 32429 | 100 | 2100 | 96 | 1070 | 12 | 35600 | 88 | 48 | 60 |
| 18[illegible] | 37807 | 27 | 2464 | 75 | 1214 | 3 | 41485 | 105 | 44 | 84 |
| 18[illegible] | 35935 | 8 | 2370 | 68 | 934 | 10 | 35239 | 86 | 34 | 61 |
| 18[illegible] | 37306 | 97 | 2869 | 8 | 1877 | 64 | 42053 | 49 | 34 | 19 |
| 18[illegible] | 39931 | 6 | 3915 | 26 | 1542 | 39 | 45388 | 71 | 28 | 82 |
| 18[illegible] | 36657 | 77 | 3664 | 27 | 3294 | 78 | 43616 | 62 | 28 | 43 |
| 18[illegible] | 31310 | 112 | 4661 | 74 | 2030 | 3 | 38002 | 69 | 18 | 93 |
| 18[illegible] | 34011 | 50 | 4458 | 73 | 2390 | 61 | 40860 | 64 | 24 | 63 |
| 18[illegible] | 38377 | 55 | 5398 | 97 | 3078 | 83 | 46849 | 115 | 24 | 22 |
| 18[illegible] | 40870 | 41 | 6418 | 53 | 5340 | 72 | 52629 | 46 | 24 | 64 |
| 18[illegible] | 48525 | 109 | 8520 | 98 | 6439 | 1 | 63485 | 88 | 25 | 8 |
| 18[illegible] | 64290 | 39 | 8282 | 18 | 5434 | 100 | 78007 | 37 | 25 | 13 |

**V. Nachweisung: *A.* der Ausgaben beim Stollenbetriebe; *B.* der Kranken- und Gnadenlöhne beim Gruben- und Pochwerkbetriebe; *C.* des Verbrauchs einiger der wichtigsten Materialien beim Grubenbetriebe.**

| Zeitraum | Ausgaben beim Stollenbetriebe | | Ausgaben für Kranken- und Gnadenlöhne | | Verbraucht: Schiefspulver | | | Bohreisen | | | Stahl | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Im Ganzen | | Also pro 100 Tonnen Erz | Im Ganzen | | Also pro 100 Tonnen Erz | Im Ganzen | | Also pro 100 Tonnen Erz |
| Jahr | Pap. Sp. | Schill. | Pap. Sp. | Schill. | Ctr. | Pfd. | Pfd. | Ctr. | Pfd. | Pfd. | Ctr. | Pfd. | Pfd. |
| $18\frac{25}{27}$ | — | — | 330 | 95 | 47 | $46\frac{1}{2}$ | $131\frac{1}{10}$ | 110 | $85\frac{1}{2}$ | $306\frac{3}{10}$ | 9 | $16\frac{1}{2}$ | $25\frac{3}{10}$ |
| $18\frac{26}{28}$ | 575 | — | 339 | 16 | 73 | $31\frac{1}{4}$ | $139\frac{2}{10}$ | 144 | $38\frac{1}{2}$ | $274\frac{1}{10}$ | 11 | $28\frac{1}{4}$ | $21\frac{6}{10}$ |
| $18\frac{27}{29}$ | 867 | 90 | 509 | 59 | 97 | 48 | $118\frac{7}{10}$ | 174 | 81 | $212\frac{9}{10}$ | 17 | $23\frac{3}{4}$ | $20\frac{9}{10}$ |
| $18\frac{28}{30}$ | 1933 | 30 | 529 | 29 | 106 | $77\frac{1}{2}$ | $129\frac{1}{10}$ | 182 | 27 | $220\frac{5}{10}$ | 17 | $11\frac{1}{4}$ | $20\frac{7}{10}$ |
| $18\frac{29}{31}$ | 969 | 7 | 436 | 14 | 112 | $4\frac{1}{2}$ | $121\frac{9}{10}$ | 173 | $86\frac{1}{2}$ | $121\frac{9}{10}$ | 18 | 31 | $19\frac{9}{10}$ |
| $18\frac{30}{32}$ | 1052 | 36 | 543 | 66 | 145 | 70 | $132\frac{6}{10}$ | 203 | $68\frac{1}{4}$ | $185\frac{3}{10}$ | 20 | $1\frac{3}{4}$ | $18\frac{3}{10}$ |
| $18\frac{31}{33}$ | 778 | 68 | 631 | 29 | 146 | 77 | $147\frac{5}{10}$ | 242 | $9\frac{3}{4}$ | $243\frac{1}{10}$ | 23 | $26\frac{1}{2}$ | $23\frac{9}{10}$ |
| $18\frac{32}{34}$ | 635 | 105 | 348 | 25 | 123 | 75 | $151\frac{2}{10}$ | 209 | 26 | $255\frac{7}{10}$ | 21 | $84\frac{1}{2}$ | $26\frac{9}{10}$ |
| $18\frac{33}{35}$ | 407 | 117 | 339 | 30 | 99 | 69 | $90\frac{7}{10}$ | 194 | 57 | 177 | 20 | $17\frac{3}{4}$ | $18\frac{3}{10}$ |
| $18\frac{34}{36}$ | 515 | 2 | 437 | 76 | 122 | 89 | $96\frac{1}{10}$ | 226 | 50 | $177\frac{1}{10}$ | 23 | $9\frac{3}{4}$ | 18 |
| $18\frac{35}{37}$ | 283 | 114 | 576 | 85 | 128 | 62 | $87\frac{9}{10}$ | 240 | 82 | $164\frac{5}{10}$ | 23 | $61\frac{1}{2}$ | $16\frac{1}{10}$ |
| $18\frac{36}{38}$ | 206 | 68 | 571 | 43 | 153 | $53\frac{1}{2}$ | 80 | 279 | 77 | $145\frac{5}{10}$ | 24 | 92 | $12\frac{9}{10}$ |
| $18\frac{37}{39}$ | 12 | — | 1023 | 46 | 202 | 72 | $76\frac{6}{10}$ | 380 | 37 | $143\frac{6}{10}$ | 32 | $96\frac{1}{2}$ | $12\frac{4}{10}$ |

## VI. Summarische Nachweisung der fabricirten und wirklich abgesetzten Waaren nebst dem dafür herausgebrachten wirklichen Werthe als General-Einnahme.

| Zeitraum | Fabricirte und abgesetzte Waaren | | Mit einem herausgebrachten Werthe als General-Einnahme von | | Macht nach einem Course von | Eine General-Einnahme in Papiergeld von | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | Ctr. | Pfd. | Silber Sp. | Schill. | pro Ctr. | Papier Sp. | Schill. |
| 18[illegible] | 1249 | 89 | 37686 | 43 | 135½ | 51149 | 28 |
| 18[illegible] | 2857 | 88 | 74572 | 76 | 135½ | 100859 | 57 |
| 18[illegible] | 2074 | 40 | 66704 | 99 | 136½ | 91218 | 101 |
| 18[illegible] | 2087 | 66 | 76551 | 86 | 136½ | 104684 | 55 |
| 18[illegible] | 3111 | 97 | 99112 | 74 | 135½ | 134297 | 71 |
| 18[illegible] | 1890 | 27 | 73100 | 18 | 135 | 98685 | 24 |
| 18[illegible] | 2977 | 45 | 97285 | 72 | 138 | 134254 | 15 |
| 18[illegible] | 2236 | 39 | 102257 | 52 | 138 | 141115 | 30 |
| 18[illegible] | 1970 | 51 | 86351 | 67 | 128 | 110529 | 45 |
| 18[illegible] | 3047 | 25 | 98500 | 39 | 117 | 115245 | 45 |
| 18[illegible] | 3828 | 19½ | 127998 | 95 | 112 | 143358 | 41 |
| 18[illegible] | 3211 | 90 | 118048 | 10 | 112 | 132213 | 16 |
| 18[illegible] | 4408 | 92 | 122087 | 6 | 114 | 139179 | 28 |
| 18[illegible] | 3451 | 7½ | 136547 | 38 | 112 | 152932 | 119 |

Anmerkung. a) Von 18[illegible] — 18[illegible] eine durchschnittliche jährliche Einnahme von 75001 Silber-Species.

b) Von 18[illegible] — 18[illegible] eine durchschnittliche jährliche Einnahme von 113112 Silber-Species.

VII Nachweisung der General-Ausgaben bei Modums Blaufarbenwerks gesammtem Betriebe, worunter Arbeitslohn, Materialien, Besoldungen und Administration, Transporte, zufällige Ausgaben — Alles einbegriffen, so wie Angabe des Ueberschusses.

| Zeitraum: Jahr | General-Ausgaben beim Gruben- und Pochwerksbetriebe samt Erztransport | | General-Ausgaben beim Farbenwerke incl. aller übrigen Kosten der Administration | | Neue Bauten und Reparaturen beim ganzen Werke | | Summa der General-Ausgaben | | Wirklicher Ueberschuß | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pap. Sp. | Schill. | Pap. Sp. | Schill. | Pap. Sp. | Schill. | Pap. Sp. | Schill. | Pap. Sp. | Schill. |
| 18[illegible] | 13423 | 46 | 25471 | 69 | 5750 | 105 | 44645 | 100 | 6503 | 48 |
| 18[illegible] | 25638 | 73 | 31685 | 15 | 7296 | 53 | 64608 | 21 | 36251 | 36 |
| 18[illegible] | 35680 | 88 | 31680 | 5 | 18490 | 6 | 85770 | 99 | 5448 | 2 |
| 18[illegible] | 41485 | 105 | 27172 | 2 | 8375 | 114 | 77033 | 101 | 27650 | 75 |
| 18[illegible] | 39239 | 86 | 25371 | 20 | 4955 | 23 | 69566 | 9 | 64731 | 62 |
| 18[illegible] | 42053 | 49 | 27358 | 116 | 10945 | 46 | 80357 | 91 | 18327 | 53 |
| 18[illegible] | 45388 | 71 | 40554 | 69 | 4423 | 115 | 90367 | 14 | 43887 | 1 |
| 18[illegible] | 43616 | 62 | 29486 | 25 | 1972 | 92 | 75075 | 57 | 66039 | 93 |
| 18[illegible] | 36092 | 69 | 25986 | 113 | 4616 | 90 | 68606 | 32 | 41923 | 53 |
| 18[illegible] | 40860 | 64 | 24835 | 104 | 2262 | 106 | 67954 | 34 | 47286 | 11 |
| 18[illegible] | 46849 | 115 | 33586 | 83 | 3636 | 61 | 84073 | 19 | 59285 | 23 |
| 1840 | 52029 | 46 | 29487 | 77 | 4139 | 88 | 86256 | 91 | 45956 | 45 |
| 18[illegible] | 63485 | 88 | 38794 | 33 | 1944 | 55 | 104224 | 56 | 34954 | 92 |
| 1842 | 78007 | 37 | 42022 | 70 | 5955 | 115 | 125985 | 102 | 26947 | 17 |

Anmerkung. a) Von 18[illegible] — 18[illegible] ein jährlicher Durchschnitts-Ueberschuß von 28971 Papier-Species.

b) Von 18[illegible] — 18[illegible] ein jährlicher Durchschnitts-Ueberschuß von 46056 Papier-Species.

c) Die anscheinend geringere Ausbeute der letzten Jahre hat den Grund hauptsächlich darin, daß der Cours des Silbers zum Papier von 1825 bis 1839 von 136 Procent auf 112 herabgegangen ist, so wie daß die Preise für die Fabrikate etwas gefallen sind.

## 2.

# Beschreibung der Umtriebsmaschinen und mechanischen Vorrichtungen bei dem Berg- und Hüttenwesen in den vereinigten Freistaaten von Mexico bis zu dem Jahre 1825*).

Von

Herrn de Berghes

zu Stolberg bei Aachen.

Die verschiedenen schätzbaren Nachrichten, welche sowohl ältere wie neuere Reisende über die vereinigten Staaten von Mexico mitgetheilt haben, enthalten zwar mehr oder weniger ausführliche Beschreibungen des allgemeinen Zustandes des mexikanischen Bergwerks- und Hüttenbetriebs; eine specielle Darstellung der einzelnen Betriebsvorrichtungen, namentlich der dabei zur Anwendung kommenden Maschinen, vermissen wir darin indessen fast ganz. Zeichnungen von einer kurzen Beschreibung und einigen Bemerkungen begleitet, würden das deutlichste und anschaulichste Bild dieser Maschinen und Vorrichtungen geben. Während meines mehrjährigen Aufenthalts in den

*) Die hier folgende Beschreibung der älteren Mexikanischen Maschinen hat ein historisches Interesse. Es sind ganz andere mechanische Mittel als die gewöhnlichen, welche dem Berg- und Hüttenmanne hier vorgeführt werden. — Die Kupfertafeln IV. und V. enthalten die Zeichnungen, auf welche in dieser Abhandlung Bezug genommen wird.

Staaten von Mexico, von dem Jahre 1825 bis zum Jahre 1835, habe ich Gelegenheit gehabt, in den verschiedenen Bergwerks-Districten die nöthigen Notizen und Skizzen zu sammeln, um solche Bilder auf das Vollständigste liefern zu können. Auf eine solche Mittheilung muſs ich jedoch einstweilen verzichten, da die Veröffentlichung dieser Zeichnungen kostbar ist und das Interesse dafür sich nur auf einen engen Kreis beschränken dürfte, indem die mexikanischen Maschinen-Vorrichtungen nicht dazu geeignet sind, als Muster zur Nachahmung und Anwendung bei dem europäischen Bergwerks- und Hüttenbetriebe zu dienen.

Schon A. v. Humboldt *) hat eine allgemeine Beschreibung von dem Zustande des mexikanischen Bergbaues und Hüttenbetriebes, wie er solchen im Anfange dieses Jahrhunderts vorfand, gegeben, und dessen überall sehr getreue Schilderung zeigt, daſs alle Maschinen-Vorrichtungen, welche er zu jener Zeit auf den Gruben- und Hüttenwerken Mexico's zu sehen Gelegenheit hatte, auf einer sehr niedrigen Stufe der Ausführung sich befanden und die gröfste Kindheit der berg- und hüttenmännischen Technik beurkundeten, so wie diese Vorrichtungen vor etwa zwei Jahrhunderten in Europa in Anwendung standen.

Diese Vorrichtungen habe ich ungefähr 25 Jahre später gesehen, und solche noch in demselben Zustande der Kindheit mit denselben beschränkten Hülfsmitteln ausgeführt, wieder gefunden, wie solche auch schon mein Freund Jos. Burkart in seiner Reisebeschreibung über Mexico im Allgemeinen geschildert hat **).

Seit meiner Ankunft in den vereinigten Staaten von Mexico sind nun fast 20 Jahre verflossen.

---

*) Essai politique sur le Royaume de la Nouvelle-Espagne par A. de Humboldt, Paris 1811.

**) Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825 bis 1834 von Jos. Burkart, Stuttgart 1836. (Schweizerbart's Verlagshandlung.)

Der dortige Bergbau und Hüttenbetrieb ist während dieser ganzen Zeit grofsen Theils von Europäern, Deutschen und Engländern, betrieben worden. Dieselben haben mehre, wenn auch im Verhältnifs zum Ganzen nicht sehr bedeutende Veränderungen, namentlich in den mechanischen Vorrichtungen bei der Wasserhaltung und dem Hüttenbetriebe, in sofern es die dort zu Gebot stehenden geringen Mittel gestatteten, eingeführt, und wer heute den mexikanischen Berg- und Hüttenbetrieb sieht, erhält keineswegs mehr ein ganz richtiges Bild von den mechanischen Vorrichtungen, wie solche noch vor kaum 20 Jahren waren. Diefs wird in kurzer Zeit noch mehr der Fall sein, da täglich mehr junge Leute aus Mexico ihre Ausbildung im Auslande suchen, und der erleichterte Verkehr der vollkommeneren europäischen Berg- und Hüttentechnik einen leichtern Zutritt in Mexico verschafft, die zunehmende Teufe der Gruben aber auch eine bessere Oeconomie nebst wirksamern und vollkommeneren Mitteln zu ihrer ferneren Bearbeitung erheischt, obgleich die mexikanischen, im Allgemeinen doch nur auf einzelnen Punkten näher gekannten, sehr ausgedehnten Gebirge, noch manche unverritzte Lagerstätte reicher Silbererze in ihrem Schoofse verbergen mögen.

Die aus Europa in neuerer Zeit eingeführten Vorrichtungen zu beschreiben, ist nicht meine Absicht. Da solche sich stets nach der Oertlichkeit, so wie nach den Mitteln der Ausführung, wie solche in Mexico zu erlangen sind, richten mufsten, so dürften sie zu wenig Lehrreiches, zu manches Mangelhafte darbieten, um für den europäischen Berg- und Hüttenmann von Interesse zu sein.

Die mechanischen Vorrichtungen, wie sie der mexikanische Berg- und Hüttenmann noch vor 25 Jahren angewendet hat, kennen zu lehren, ist der Zweck des gegenwärtigen Aufsatzes, dessen Gegenstand auch nur einen historischen Werth haben kann.

Eine Beschreibung der einzelnen Abweichungen in der Construction der Maschinen von den verschiedenen Orten wird hier daher auch nur in so weit angegeben, als sich dieselben in den südlichen Bergwerks-Revieren von jenen im Norden auf eine auffallende Weise unterscheiden, weshalb die für jede Gegend gebräuchliche Zusammenstellung, in zwei Abtheilungen getrennt, in den beigefügten Tafeln, durch Zeichnungen, zum Vergleiche angegeben sind.

Die an den verschiedenen Bergwerksorten Mexico's so sehr von einander abweichende äußere Gestaltung des Bodens und die Verschiedenartigkeit des Klima's derselben sind von wesentlichem Einfluß auf die Verrichtung der Berg- und Hüttenwerks-Maschinen, indem die zu ihrer Ausführung an diesen verschiedenen Orten zu Gebot stehenden Kräfte dadurch bedingt sind.

In den südlichen Bergwerks-Districten von Mexico, in den Staaten von Oajaca, in Puebla, einem Theile von Valladolid u. s. w. setzen die bebauten Erzlagerstätten, in den tief eingeschnittenen Thälern des, mit dichten Waldungen bedeckten, West-Abhanges der Andes-Kette auf. Hier steht dem Berg- und Hüttenmann reiches Aufschlagewasser für die verschiedenen Maschinen, deren er sich zur Erreichung seines Zweckes bedient, während eines großen Theils des Jahres zu Gebot. Er ist daher auch für den Bau seiner Maschinen auf bestimmte Punkte angewiesen und namentlich bei der Aufbereitung und dem Hüttenbetriebe gezwungen, seine Erze von den verschiedenen Gewinnungspunkten dahin zu schaffen, wo er über genügende Aufschlagewasser verfügen kann, ohne, wie dieß an Orten, wo Thiere als bewegende Kraft verwendet werden müssen, oft der Fall ist, an eine Verlegung seiner Maschinenvorrichtung in die Nähe der Gewinnungspunkte denken zu dürfen. Die auf längere Dauer berechneten Anlagen zeichnen sich daher auch in diesen Bergwerks-Di-

stricten durch stärkere Mauerconstructionen und dauerhaftes Zimmerwerk von Eichenholz vortheilhaft aus. Hier sowohl, wie auch vorzugsweise in den tiefer gelegenen Ebenen, mehr in der Nähe der Küstenstriche, ist an manchen Orten die Hitze aufserordentlich grofs und der Regen während der nassen Jahreszeit äufserst heftig und stark. Es mufs daher auf Schutz gegen die klimatischen Einflüsse Bedacht genommen werden. Die meisten zum Berg- und Hüttenbetriebe an diesen Orten errichteten Tagegebäude sind daher mit spitzen Schindeldächern geschützt, und Holz ist in diesen mit einem üppigen Pflanzenwuchs reich bedeckten Gegenden nirgends gespart.

Ganz anders verhält es sich in den nördlichen Gebirgstheilen, in den Staaten von Guanajuato, Zacatecas, Durango u. s. w., deren Bergwerke sich gröfstentheils auf der, zwischen 5000 bis 7000 Fufs und mehr Meereshöhe messenden, lang gedehnten, nur sparsam durch einzelne isolirte Bergmassen, oder flache Thaleinschnitte unterbrochenen Hochebene der Andes-Kette befinden.

Diese weit gedehnten Flächen der Hochebene sind arm an Wasser und Waldungen. Das ziemlich gleichmäfsige Klima derselben gestattet aber den Anbau der meisten Getreidearten und der üppige Graswuchs der nördlichen Gegenden begünstigt die Pferde- und Maulthierzucht ganz aufserordentlich. Diese Thiere, im Freien lebend, und häufig sich fast ganz allein überlassen, vermehren sich stark und bieten den wasserarmen Bergwerksgegenden des Nordens ein wohlfeiles Mittel dar, sich ihrer als bewegende Kraft für den Betrieb ihrer Maschinenvorrichtungen zu bedienen. Die Ausdehnung ihrer Zugutmachungs-Anstalten ist daher auch nicht so beschränkt, wie bei dem Betrieb derselben vermittelst Wasserkräften. Sie richtet sich weit eher nach der Menge der zu verarbeitenden Erze und man findet daher auch im Norden von Mexico die gröfsten Hütten- und Amalgamir-Werke, wo-

hin früher die Werke von Bernalez und Sauceda bei Zacatecas gehörten, wofür aber jetzt die neue Zugutmachungs-Anstalt von Fresnillo nördlich von Zacatecas gilt.

Ihre Bauart ist daher auch ganz verschieden von jener in den südlichen Staaten. Alle Mauerconstructionen sind aus den landesüblichen, an der Sonne getrockneten Lehmpatzen, ohne Kalkmörtel aufgeführt und die Maschinen aus Kiefernholz gezimmert, mit Riemen, aus rohen Häuten verbunden, durch glatte Lehmdächer gegen die Witterung geschützt. Dagegen stehen die zur Förderung und Wasserhaltung auf den Gruben benutzten Göpel häufig ganz im Freien, wo auch gewöhnlich die Aufbereitungsarbeiten vorgenommen werden.

Andere bewegende Kräfte, wie das Wasser und Thiere, sind früher in Mexico beim Berg- und Hüttenbetrieb nur selten zur Anwendung gekommen, und selbst der noch im Jahre 1833 für den Bergbau zu Fresnillo gemachte Versuch zur Anwendung des Windes als bewegende Kraft hat aus dem Grunde der Erwartung nicht entsprochen, weil dieser mit einem übertriebenen Kostenaufwand angewendete Kraftaffect, nicht mit der dort so wohlfeilen Anwendung von Thierkräften zu concurriren im Stande war. Bei dem Mangel an Steinkohlenlagerstätten, in der Nähe der reichen Bergwerke, sowohl in den südlichen als in den nördlichen Revieren, ist für die Folge eben so wenig wie bisher, an eine ausgebreitete Anwendung von Dampfmaschinen zu denken, da schon gegenwärtig die früher so reichen Waldungen in der Nähe der Berg- und Hüttenwerke zerstört sind, Holzmangel sich allgemein fühlbar macht, und täglich zunehmen muß, weil weder vom Staate noch von Privaten zur Verwendung desselben irgend etwas geschieht.

Man wird daher auch noch für längere Zeit, wie bisher, auf die in Anwendung stehenden bewegenden Kräfte des Wassers in den südlichen, und der Thiere in den

nördlichen Revieren bei dem mexicanischen Bergwerksbetriebe beschränkt bleiben.

Durch die Vertheilung des Grundbesitzes in den frühern spanischen Colonien Amerika's, an eine verhältnifsmäfsig geringe Anzahl von Personen, sind auch in Mexico aufsergewöhnlich grofse Landgüter gebildet worden, welche eine Ausdehnung von einer bis zu mehren hundert Quadratstunden (leguas) haben. Diese ausgedehnten Grundbesitzungen haben sich zum gröfsten Theil bis auf den heutigen Tag in ihrer frühern Ausdehnung erhalten, und bieten für den mexicanischen Bergbau den günstigen Umstand dar, dafs dadurch, namentlich in den nördlichen Staaten — wo noch im Jahre 1830 ein Grundbesitz von einer Quadratstunde für 200 Pesos (spanische Thaler) verkauft wurde — die Zucht und Unterhaltung der Pferde und Maulthiere sehr begünstigt wird, so dafs der Werth dieser Thiere im Allgemeinen nur den fünften Theil des niedrigsten Preises derselben in Europa beträgt. Dabei wird eine wohlfeile Unterhaltung dieser Thiere das ganze Jahr hindurch in der unmittelbaren Nähe der Berg- und Hüttenwerke möglich, so dafs wohl in wenigen Ländern von deren Anwendung als bewegende Kraft beim Bergbau so vortheilhaft Gebrauch gemacht werden kann wie dort. Während eines grofsen Theiles des Jahres werden diese Thiere in den arbeitsfreien Stunden auf die Weide getrieben. Die Nahrung im Freien ist aber bei angestrengter Arbeit derselben nicht hinreichend, und sie bedürfen während der Arbeitstage am Morgen und des Abends, wenn sie von der Weide zu den Betriebsanstalten zurückkehren, ein kleines Futter von Mais oder Gerste, wobei ihnen mehrmals im Jahre eine kleine Menge Salz gegeben wird, wenn keine Salzseen sich in der Umgebung der Bergwerksorte befinden, welches letztere in den nördlichen Bergwerksrevieren aber meistens der Fall ist.

Diese Unterhaltung, verbunden mit der erforderlichen fort-

währenden Beaufsichtigung der zur Arbeit bestimmten Thiere, verursacht bei größern Bergwerksunternehmungen immer noch einen sehr bedeutenden Kostenaufwand, wenn eine große Anzahl von Thieren zur Wasserhaltung, zur Förderung, zum Erztransport, zu den Erzmühlen u. s. w. gehalten werden muß, und wird man sich eine Vorstellung von der Größe dieses Kostenaufwandes in einzelnen Fällen machen können, wenn ich anführe, daß z. B. bei den Silberbergbauunternehmungen zu Vetagrande, in der Nähe der Hauptstadt von Zacatecas, im Jahre 1831, für Gruben- und Hüttenbetrieb, und zum Transport der Erze nach den Zugutemachungsanstalten, 1461 Pferde, 1706 Maulthiere und 266 Esel unterhalten wurden. Mit geringer Ausnahme arbeiten die Pferde, welche zur Wasserhaltung und zur Förderung benutzt werden, in zwei, seltener in dreistündigen Schichten, und dienen durchschnittlich nur 4 Jahre bei dieser Arbeit aus. Die zu den Betriebsmaschinen in den Hüttenwerken verwendeten Maulthiere arbeiten in vierstündigen Schichten und können dabei 6 bis 8 Jahre benutzt werden. Hiervon machen jedoch diejenigen Thiere, welche zur Bewegung von Amalgamirwäschen und der Gebläse benutzt werden, eine Ausnahme, und müssen dieselben wenigstens alle drei Jahre durch andere ersetzt werden.

1) Der Pferdegöpel (Malacate) (Fig. 1. 2. 3. 4.)

Noch bis zur neuesten Zeit wurden auf den kleinern, nicht sehr tiefen Gruben Mexicos die Erze, Berge und Wasser durch Schlepper, in Säcken aus der Faser der Aloepflanze, und in Schläuchen von rohen Häuten zu Tage getragen.

Selbst in den größern Gruben findet man für Streckenförderung keine andere Vorrichtung, und hier sieht man die rüstigen Schlepper in langen Zügen mit einer Last, welche bis zu 150 Pfund reicht, raschen Schrittes in den oft sehr unregelmäßigen Strecken und Bauen dahin eilen,

oder in den Gesenken auf den, dem Fremden sehr unbequemen Fahrten, einem blofsen eingekerbten Holzstamme, auf- und absteigen. Diese Förderungsmethode vertauscht der mexikanische Bergmann nur höchst ungern und erst dann gegen eine andere, wenn er sich dazu gezwungen sieht, weshalb die besseren europäischen Förderungsvorrichtungen auch noch stets eine Seltenheit bei dem Bergbau in Mexico sind. Die Gruben müssen schon eine grofse Ausdehnung haben, oder einen bedeutenden Ertrag versprechen, bevor man sich zu der Anlage und Anwendung eines landesüblichen Pferdegöpels entschliefst. Diese Göpel sind von so mangelhafter roher Construction, dafs sie nur einen sehr geringen mechanischen Effect leisten, weshalb denn auch, sobald es sich um eine nur etwas bedeutende Förderung oder Wasserhaltung handelt, 4, 6 bis 8 Göpel, oft mit 8 Pferden jeder bespannt, um einen Schacht herum aufgestellt und betrieben werden. — Die Bauart dieser Göpel ist in den südlichen Revieren (Fig. 1 und 2) noch einfacher als in den nördlichen (Fig. 3 und 4), wie deren Darstellung in den bezeichneten Abbildungen davon, näher ergiebt. Während für den Göpel der südlichen Reviere von festem Eichenholz (Fig. 1 und 2) auf den dort weniger tiefen Gruben und bei einem geringeren Förderquantum eine ganz rohe Construktion hinreicht, bedarf der ganz aus Nadelholz gezimmerte Göpel der nördlichen Reviere einer weit vorsichtigeren Zusammensetzung, da hier auch meistentheils noch aus gröfseren Teufen eine verhältnifsmäfsig gröfsere Erzmasse zu Tage gebracht werden mufs.

An dem in Fig. 1, 2, 3 und 4 dargestellten mexikanischen Pferdegöpel befindet sich aufser dem unteren Spindelzapfen *s* (Guijo) mit seinem Ringe (Cincho) und der gestählten Spurpfanne (Tejuelo), welche letztere blos in einem Holz- oder Steinblock eingelassen ist, sonst kein Stück Eisen, und die einzelnen Stücke dieser Göpel werden durch hölzerne Nägel und Keile befestigt und zusam-

mengehalten. Das den Göpel haltende Gerüste steht immer ganz frei und wird durch einen Balken *Q*, Fig. 2, 3 und 4, von 40 Fuſs Länge gebildet, der mit seinen beiden Enden auf den Ständern (Estens) *R* ruht. Diese Ständer stehen 5 bis 6 Fuſs tief in der Erde bald senkrecht bald, vorzugsweise der vordere, etwas geneigt gegen die Göpelwelle. In den südlichen Revieren sind diese Ständer einfach wie in Fig. 2, in den nördlichen aber bestehen sie aus zwei Pfosten, welche oben in eine Kappe eingezapft sind, worauf der Balken *Q* ruht, wie in Fig. 3.

Der mit doppeltem Schwengel zu 4 Pferden umgetriebene Göpelkorb (Tumber) besteht aus einer sechseckigen Welle (Penn) *B*, Fig. 1 von 14 Fuſs Höhe, in welche an drei verschiedenen Stellen, oben, unten und in der Mitte, drei durchgehende Kreuzarme eingezapft sind. Letztere tragen an ihren Enden die Korbstangen (Marrans) *D*, und ragen 10 bis 12 Zoll über diese Stangen hervor, damit durch der Korb in zwei gleiche Theile getheilt wird, wie von jeder Theil zur Aufnahme eines Seiltrummes dient.

Zwei dieser Korbstangen ragen an ihrem untern Ende 2 Fuſs über den übrigen hervor, und sind dort von doppelter Holzstärke, mit einem viereckigen Zapfenloch versehen, worin der durch die Welle wagerecht gezogene doppelte Schwengel (Espeque oder Palance) von 30 bis 36 Fuſs Länge ruht, auf jeder Seite des Korbes 10 bis 13 Fuſs hervorragend. Der Schwengel hat an seinem äuſsern Ende einen hölzernen Zapfen *a* (Fig. 2, 3 und 4) nebst einem Hirnschnitt zum Einhängen der Zugstangen und einem Setzbrett *m* für den Treiber. In den nördlichen Revieren sind die Göpel gewöhnlich mit 6 Pferden bespannt und haben an diesem Ende 2 doppelarmige Schwengel. Die Seilkörbe derselben haben nur 10 Fuſs Durchmesser, und ihre Höhe ist beinahe der stehenden Göpelwelle gleich, da die 16 Fuſs langen Korbstangen, welche die schiefstehende Göpeltrommel bilden, bis zum Schwengel herunter gehen.

und die Schwengel mit den Kreuzarmen des Korbes verbinden.

Um einen vollen runden Korb oder eine Trommel zu erhalten, sind zwischen den Korbstangen Riegel eingenagelt, deren Befestigung, so wie die Verstärkung und Verbindung der beiden doppelten Schwengel, in Fig. 3 im Aufriſs und in Fig. 4 im Grundriſs dargestellt sind. Der obere Zapfen der stehenden Welle besteht gewöhnlich aus hartem Holz und bewegt sich in einer hölzernen Pfanne, welche mittelst eines hölzernen Schlosses *K* Fig. 2 und 3 an dem Hauptragbalken *Q* befestigt ist. Unten läuft die stehende Welle jedoch auf einem eisernen Zapfen mit gestählter Spitze in einer eisernen Pfanne, welche auf einem starken Brettstück oder einem Ständer ruht. Zapfen und Pfanne sind in der in Fig. 4 *SS* näher angegebenen Art befestigt.

Der Mittelpunkt dieser Göpel ist meistentheils 15 Var. oder 40 Fuſs vom Schachte entfernt, über welchem in den südlichen Distrikten ein einfaches, aus Sparren von Eichenholz zusammengesetztes Pfahlgerüste, durch Queerhölzer und lederne Riemen, wie in der Fig. 2 näher angegeben, verbunden, für die Seilscheiben aufgerichtet ist; oder es wird, wie dies im Norden üblich ist, ein viereckiges Gestelle von Nadelholz, durch Zapfen verbunden, auf dem Schachtgeviere errichtet, wie solches Fig. 3 darstellt, woran dann das hölzerne Gehäuse *L* für Seilscheiben vermittelst lederner Riemen festgebunden wird.

Die aus zwei halbzirkelförmig geschnittenen Brettern von ganz hartem Mimosenholz zusammengesetzten Seilscheiben (Rondanas) sind auf dem Rande ausgekerbt, und haben bei einem Durchmesser von 2 bis 2½ Fuſs eine Holzstärke von 3 Zoll. Dieselben bewegen sich in einem länglich viereckigen Gehäuse (Caxa), das aus zwei starken Brettern, doch häufig auch aus einem Holzstück ausgehauen, in der Mitte mit einem starken hölzernen Nagel, als Scheibenaxe versehen ist, und woran auf beiden Enden Löcher

zum Festhalten angebracht werden. Sogenannte Frictions oder Seil-Rollen findet man nur in den nördlichen Revieren.

Die Treibseile auf den mexicanischen Göpeln werden aus der Faser der Aloëpflanze verfertigt, und zeichnen sich auf trocknen Schächten durch ihre Dauerhaftigkeit vortheilhaft aus. Bei der Schachtförderung bedient man sich entweder eines aus dünnen Aloëseilen geflochtenen Netzes oder einer rohen Ochsenhaut, bei der Wasserhaltung aber bedient man sich grosser lederner Schläuche (Botas) die aus ungegerbten Thierhäuten, mit der Haarseite nach innen gekehrt, durch Riemen von demselben Material wasserdicht zusammengenäht, bestehen.

Bei der Wasserhaltung sind diese Schläuche da, wo ein grosser Sumpf das ungehinderte Schöpfen derselben gestattet, an ihrer Mündung mit einem starken eisernen Ringe (aro) versehen (Fig. 2 lit. a. b.) der aber fehlt, sobald die Schläuche durch einen Arbeiter gefüllt werden müssen.

Bei der Förderung ist eine Schnürung angebracht, um die in Aloëstöcke (Costales) gepackten Erze ein- und auszuladen.

In der Zeit, als ich die Notizen zu gegenwärtiger Zusammenstellung sammelte, waren auf den Silbervergruben im Freistaate von Zacatecas (ohne die Göpel der englischen Bergwerksgesellschaft auf Vetu Grande zu rechnen) 173 Pferdegöpel im Betriebe, deren jeder wenigstens 30 Pferde beschäftigte, mithin täglich für diesen Grubenbetrieb allein schon 5190 Thiere erforderlich machten.

Das Geschirr und die Bespannung der Thiere an den mexicanischen Göpeln ist ganz verschieden von der in Europa üblichen Art, höchst einfach und muss unter Berücksichtigung der besondern Localverhältnisse für ganz zweckmässig erachtet werden, da dabei ein rascher Umspannen der Thiere, die Bewegung der Maschine in ent-

gegengesetzten Richtungen, wie sie durch wechselweises Auf- und Niedergehen der Fördergefäfse erfordert wird, und grofser Schutz der Zugthiere gegen Verletzungen auf der Brust und den Schulterblättern erzielt wird.

Die Zugthiere erhalten anstatt eines Kummets blos ein Paar aus Eichenholz geschnittene Kummethörner, welche an ihren beiden Enden durchbohrt, und mittelst lederner Riemen zusammen gebunden sind. Bevor man diese Kummthörner den Thieren auflegt, wird denselben ein 4 bis 5 Ellen langer Lappen eines, 1 Elle breiten wollenen Zeuges (Jerga) so um den Hals gewickelt, dafs dadurch Brust und Schulterblätter gegen den Druck der darauf gelegten Kummethörner geschützt sind. — Die Zugleinen bestehen in einem langen, aus Streifen von frischen oder eingeweichten rohen Thierhäuten gedrehtem und dann getrocknetem Strange, welcher mit seinen beiden Enden durch ein Loch in den Kummethörnern gesteckt und durch einen Knoten befestigt wird. Dieser Strang wird nun in seiner Mitte, ohne Waage, um das vordere Ende des Schwengels hinter den hölzernen Nagel *n*, Fig. 2, 3 und 4 gelegt, aus- und wieder eingehangen, je nachdem es die Manipulation des Göpels erfordert, und dies stets bei einer Bespannung von zwei neben einander gehenden Thieren, ohne Störung mit der gröfsten Leichtigkeit verrichtet. Mit dieser Bespannung bewegen sich die Pferde oder Maulthiere ohne Augenblende (Tapaojo) frei in der Rennbahn, und gehen aufgemuntert durch den auf dem Schwengel sitzenden Treiber (Arreador) immer im Trabe oder kurzem Galopp.

Bei denjenigen Maschinenvorrichtungen, wobei eine abwechselnde vor- und rückwärts gehende Bewegung nicht erfordert wird, bleiben die Zugstränge auch an dem Schwengel befestigt, und das An- und Ausspannen der Thiere geschieht durch Oeffnen der hölzernen Kummethörner. Bei diesen Vorrichtungen, namentlich bei den Rofskünsten zum

Betrieb der Paternosterwerke, Pochwerke, Erzmühlen, Amalgamirwäschen und Gebläse, erhalten die Zugthiere eine Augenbedeckung, und es wird von der stehenden Welle aus ein Leitseil oder eine Stange angebracht, um das Austreten der Thiere aus der kleinen Rennbahn zu verhindern.

Zur Erleichterung einer Uebersicht der Leistungen, der Bau- und der Betriebskosten der mexicanischen Pferdegöpel in den südlichen und in den nördlichen Bergwerksrevieren lasse ich hier einige Zusammenstellungen aus meinen darüber gesammelten Beobachtungen folgen.

Die erste Zusammenstellung giebt die Dimensionen einiger der besser construirten Göpel, den Zeitaufwand und Zeitverlust beim Betriebe, das Gewicht der Fördermasse, die Anzahl der geförderten Säcke oder Schläuche etc. an.

| Angabe des Orts, wo die Göpel aufgestellt sind. | Tiefe der Schächte. | mech. Schwengellänge der Göpel. | Durchmesser des Göpelkorbes. | Durchmesser der Seilscheiben. | Anzahl der Pferde. | Durchmesser der Treibseile. | Gewicht der Treibseile. | Dauer eines Umganges. | Anzahl der Umgänge. | Zeitverlust bei dem | | Gewicht des geförderten Wassers. | Anzahl der geförderten Schläuche in 12 Stunden. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | Umspannen der Pferde. | Ausladen der Schläuche. | | |
| | Varas | Vs. Ct. | Vs. Ct. | Vs. Ct | No. | Varas | Cent. | Sec. | No. | Secunden | | Arobas | No. |
| Grube Arevalo bei Atotonilco el chico; Schacht Isabel . . | 83 | 6,50 | 1,95 | 50 | 4 | — | 18 | 12 | 8 | 45 | 45 | 20 | — |
| Grube Carmen bei Angangueo; Schacht St. José . . . . | 106 | 6,85 | 2,10 | 50 | 4 | — | 18 | 10 | 9 | 45 | 45 | 30 | 307 |
| Grube Secho bei Guanajuato; Schacht St. Rosa . . . . . | — | 9 | 2,54 | 50 | 5 | — | — | 22 | 16 | — | — | — | — |
| Grube Rayas bei Guanajuato; Tiro de Rayas | 107 | 6,12 | 1,59 | 80 | 8 | — | 23 | 12 | $19\frac{1}{2}$ | 45 | 58 | 80 | 274 |
| Gruben von Veta grande bei Zacatecas: | | | | | | | | | | | | | |
| *a*) Tiro General . | 375 | 6,85 | 1,95 | 75 | 8 | — | 21 | 12 | $29\frac{3}{4}$ | 45 | 45 | 40 | 255 |
| *b*) Schacht auf Mazias | 230 | 6,87 | 2,02 | 50 | 4 | — | — | 14 | $14\frac{1}{2}$ | 45 | 41 | 25 | — |
| *c*) Schacht auf Acasio | 229 | 7,15 | 2 | 50 | 8 | — | 20 | 15 | 17 | 45 | 42 | 35 | 250 |
| *d*) Schacht la Esperanza | 132 | 7,15 | 1,95 | 75 | 8 | — | 20 | 16 | $19\frac{1}{2}$ | 45 | 45 | 40 | 190 |
| *e*) Schacht auf Milanesa | 200 | 6,65 | 2,03 | 50 | 4 | — | 19 | 11 | 22 | 45 | 44 | 30 | — |

Die Geschwindigkeit, womit die Pferde sich in der Rennbahn bewegen, und die Effecte, ergeben für die mexicanischen Pferde im Durchschnitt eine Geschwindigkeit von 2 Fuss auf die Secunde mit 87½ Pfd. Gewicht.

In den nördlichen Revieren wird das Treibseil aus 168 Fäden, nämlich aus 8 Schnüren, jede von 21 Fäden, und 70 Varas Länge, zusammengesponnen, wobei sich zuletzt die Länge des Seiles bei einem Umfange von 0,16 Vara auf 50 Varas reducirt. Die Kosten der Aloë-Schnüre und der Seilspinnerlohn betragen für jede 50 Varas Seillänge 7 Pesos 6 Reales *) oder per 100 Varas 15½ Pesos, welche im trocknen Zustande 120 Pfd. wiegen. In den südlichen Revieren wiegen dagegen 100 Varas Treibseil nur 123 Pfd. im trocknen oder 140 Pfd. im nassen Zustande. Jeder Wasserschlauch oder Bote wiegt einschließlich des eisernen Ringes 30 Pfd. und für 20 Arobas (à 25 Pfd. jede) Wasser von ungefähr 7 Cubikfuß Inhalt, wird eine gewöhnliche Thierhaut genommen. Es werden auch größere Schläuche von anderthalb und zwei Thierhäuten angewendet.

Die zum Betrieb der Göpel bestimmten Pferde müssen in 24 Stunden zweimal, jedesmal zwei Stunden lang, arbeiten und es würden für einen 4spännigen Göpel 24 Pferde erforderlich sein; um indessen ein krankes Pferd schonen oder jede durch andere Zufälle herbeigeführte Unterbrechung in der Arbeit der Thiere vermeiden zu können, werden für jeden Göpel zwei Pferde mehr oder im Ganzen 26 Stück gehalten.

Die wöchentlichen Kosten zum Betrieb eines solchen mit 4 Pferden bespannten Göpels sind während 6 wirklichen Arbeitstagen in den Stadien von Valladolid und

*) Ein Peso oder spanischer (auch mexicanischer) Dollar wird in 8 Reales getheilt und beträgt durchschnittlich 1 Thlr. 10 Sgr. preußisch Courant.

Mexico (wo zwar die Arbeitslöhne geringer, aber in gleichem Verhältnifs die Unterhaltung der Thiere kostspieliger wie in den nördlichen Staaten von Zacatecas und Durango sind) folgende:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| An Futter- und Weidekosten für 26 Pferde per Woche 10½ Reales jedes . . . . . | 36 | 5 |
| An Abnutzung der Pferde, welche zu 15 Pesos jedes, alle 3 Jahre erneuert werden . . . | 2 | 2 |
| An Pferdegeschirr und Stricken . . . . . | 2 | —½ |
| An Treibseil, welches alle 6 Monate neu aufgelegt werden mufs . . . . . | 3 | — |
| An ledernen Schläuchen für Wasserhaltung oder Förderung . . . . . | 4 | 5 |
| An 2 Stallknechte, einen bei Tage und einen bei Nacht zu 4 Reales per Tag . . . . | 6 | — |
| An 4 Treiber, 2 während des Tages und 2 während der Nacht . . . . . | 9 | — |
| An 4 Anschläger über Tage . . . . . | 10 | 4 |
| An 2 Anschläger in der Grube zu 4 Reales jedem per Tag . . . . . | 6 | — |
| An Seife und Fett zum Schmieren . . . . . | 1 | 3 |
| An Beleuchtung mit Kienholz und Lichter über Tage und in der Grube . . . . . | 2 | 5 |
| An Zinsen des Anlage-Kapitals von 263 Pesos, welches ein Göpel nach der folgenden Uebersicht kostet . . . . . | 1 | 2 |
| Mithin im Ganzen für jede Woche | 85 | 2½. |

Bei einem Göpel mit 8 Pferden (Malacate de Marca) betragen die wöchentlichen Unkosten im Staat von Zacatecas 123 Pesos 6½ Reales, womit aus einer Tiefe von 230 Varas, 37,500 Cubikfufs Grubenwasser zu Tage geschafft werden, während im Staate von Valladolid mit 85 Pesos 2½ Reales wöchentlicher Kosten, aus einer Tiefe von 120 Varas, 43504 Cubikfufs Wasser gefördert werden.

Der Bau eines Pferdegöpels in den südlichen Revieren ist im Durchschnitt auf folgende Kosten zu veranschlagen:

| | Pesos Reales |
|---|---|
| 1) 3 Stück Balken, einer von 16 Varas und zwei von 8 Varas Länge, à Quadr.-Varas zum Göpelgerüste per Vara 1½ Peso | 48 — |
| 2) 1 Stück Balken von 6 Varas Länge und à Quadr.-Varas zur stehenden Welle à 1½ Peso | 9 — |
| 3) Der Göpelkorb. 24 Stück starke Pfosten von 7 Varas Länge, für den Korb, die Schwengel und das Gerüste | 48 — |
| 4) Für die Zapfenschlösser, die Seilscheiben und deren Gehäuse, die [illegible] | 6 — |
| 5) Der eiserne Spindelzapfen, der Ring und die gestählte Pfanne | 8 — |
| 6) Arbeitslohn zum Zurichten und Anschlagen der ganzen Vorrichtung und dieselbe in Gang zu setzen, überhaupt | 140 — |
| | Pesos 263 — |

## 2. Die Paternosterwerke (Norias) zur Hebung des Wassers aus Brunnen. (Fig. 5. und 6.)

Die in frühester Zeit aus Spanien in Mexico eingeführten maurischen Paternosterwerke sind vorzüglich in den wasserarmen nördlichen Gegenden gegenwärtig noch im Gebrauch. Bei Verrichtung dieser Maschine hat man bisher sowohl bei dem Landbau und der Viehzucht, wie auch bei dem Berg- und Hüttenbetrieb, die ursprüngliche Construction derselben unverändert beibehalten und ihrer Anwendung vor allen sonstigen Wasserhebungs-Maschinen den Vorzug gegeben. Auf den, vorzugsweise in den nördlichen Gegenden, ausschließlich auf Viehzucht betriebenen sehr ausgedehnten Landgütern auf der 6000 bis 7000 Fuß über das Meer sich erhebenden Hochebene der mexikanischen Andeskette, findet sich während der Trocken-

zeit nur an äufserst wenigen Punkten fliefsendes Wasser, und manche derselben entbehren solches sogar auch während der Regenzeit. Sobald daher das in der Regenzeit in kleinen Bächen, Schluchten, natürlichen Becken und künstlichen Reservoirs angesammelte Wasser versiegt, verdunstet oder verbraucht ist, würden die zahlreichen Viehheerden wegen Wassermangel ihrem Untergange sich Preis gegeben sehen, wenn man das erforderliche Trinkwasser nicht auf künstlichem Wege sich zu verschaffen suchte. Ebenso würden diejenigen Amalgamir- und sonstigen Zugutmachungs-Anstalten, welche in den wasserarmen Gegenden sich der Thiere zum Betriebe ihrer Vorrichtungen bedienen müssen, zum Erliegen kommen, wenn nicht darauf Bedacht genommen würde, das nöthige Wasser für Thiere und Waschvorrichtungen zu beschaffen. Mittelst Brunnen von geringer Teufe erreicht man das nöthige Wasser und ein darauf gesetztes Paternosterwerk hebt dasselbe bis zu solcher Höhe, dafs man in den Stand gesetzt ist, das Wasser in Gerinnen nach denjenigen Punkten hinzuführen, wo man desselben bedarf.

Oft sieht man solche Brunnen neben dem Bett eines Baches oder Flüfschens stehen, dessen Ausdehnung zwar auf grofsen Wasserreichthum schliefsen läfst, welches aber dennoch, sobald die periodische Regenzeit vorüber ist, bald gänzlich austrocknet, und nur in einiger Tiefe unter der Oberfläche noch einiges Wasser führt.

Das einfachste der, auch in den südlichen Staaten angewendeten Paternosterwerke besteht, wie Fig. 5. zeigt, aus einem einfachen Kreuzgetriebe *K*, welches die Bewegung der stehenden Welle (Peon) und ihres Schwengels *D* (Espeque) der liegenden Welle mittheilt, wodurch die über die Wassertrommel *T* (Jaula) gehende Paternoster- (Kette) Schnur (Rosario de la noria) fortbewegt und das Schöpfen des Wassers aus dem Brunnen *B* (Pozo) bewirkt wird. Zur Bewegung dieser Vorrichtung wird gewöhnlich nur ein

Maulthier auf ähnliche Weise wie bei dem Pferdegöpel an dem Schwengel *D* vorgespannt.

Bei den größern Zuguntersuchungsanstalten in den nördlichen Revieren, wo zuweilen für die Herbeischaffung des nöthigen Wassers mehre Brunnen erforderlich sind, geschieht die Wasserhebung durch Paternosterwerke mit Getriebe und doppelten Wasserkasten, einer Vorrichtung (Noria de mares), wie sie in Fig. 6 dargestellt ist, zu deren Bewegung gewöhnlich zwei lastfähige Maulthiere verwendet werden. Anstatt des Kronengetriebes sind hier die stehende und die liegende Welle mit einem Kammrad und Getriebe *F* und *H* versehen, und der Schwengel *D* ist doppelt.

Der Halbmesser der Rennbahn beträgt bei der letztgenannten Vorrichtung gewöhnlich 12 Fuß, der Durchmesser des Hemmkammrades, welches 48 Kämme hat, 8½ Fuß, wobei das Getriebe mit 27 Trieblingen versehen ist. Die über dem Brunnen sich bewegende Trommel *T* von 5 Fuß Durchmesser ist für zwei Paternosterschnüre vorgerichtet, welche die Wasser aus einer Tiefe von 30 Varas (80 Fuß) heben. Die im ganzen Lande auf gleiche Weise zusammengesetzten Paternosterschnüre werden aus zwei von Aloëfasern gesponnenen starken Seilen gefertigt, welche in einem Abstande von 6 Zoll, in der Form einer Strickleiter, durch Querschnüre von 16 zu 16 Zoll mit einander verbunden, die kleinen Wasser- (Schläuche) Eimer (Cubos) tragen, wie aus Fig. 5 und 6 näher ersichtlich ist. Diese aus gegerbtem Leder zusammen genähten runden Gefäße haben auf 7 Zoll Höhe einen Durchmesser von 5 Zoll im Lichten und halten, gehörig gefüllt, ½ Cubikfuß Wasser. Bei den im Freien gewöhnlich ohne Schutz und Bedachung errichteten Paternosterwerken wird die Trommel, welche die Wasserkette trägt mit ihrem Getriebe und Kammrad in der Mitte der Rennbahn, über dem Brunnen angebracht. Das mit seinen Kämmen nach unten gewendete Kammrad ist dann unter dem Schwengel befestigt und greift in das

durch die verlängerten Stäbe der Kettenscheibe gebildete Getriebe ein. Ueber dieser Vorrichtung ruht ein Queerbalken auf zwei gemauerten Pfeilern, in dessen Mitte sich die stehende Welle mit ihrem Schwengel befindet, welche durch ein Pferd, ein Maulthier oder einen Esel in Bewegung gesetzt wird. Von Rofskünsten, welche Pumpen zur Hebung des Wassers in Bewegung setzten, ist mir in Mexico nur eine sehr unvollkommene Vorrichtung, in der Nähe des kleinen Bergwerksortes los Angeles im Staate von Zacatecas, zu Gesicht gekommen. In einem für zwei Paternosterwerke gegrabenen Brunnen von 30 Fufs Tiefe waren zwei Saugpumpen in 7 Fufs Entfernung neben einander aufgestellt, deren Röhren viereckig, von 5 Zoll Weite im Lichten, aus Eichenbrettern zusammengesetzt waren. Auch die mit Leder gefiederten Kolben bestanden aus quadratischen Brettstücken von Eichenholz und waren mit den 16 Fufs langen Kolbenstangen an den beiden Endpunkten eines 14 Fufs langen Balanciers angehängt. Parallel und in gleicher Ebene mit dem in der Mitte unterstützten Balancier, bewegte sich ein Wellbaum, an dessen Enden doppelte, 4 Fufs lange Arme sich befanden, die abwechselnd bald auf das eine bald auf das andere Ende des Balanciers drückten, und dadurch das Auf- und Niedersteigen der Kolbenstangen in beiden Pumpenröhren bewirkten. Die liegende Welle wurde vermittelst eines gewöhnlichen Getriebes, mit stehender Welle und Schwengel, durch ein Maulthier in Bewegung gesetzt. Jeder Pumpensatz machte 6 Hübe von 28 Zoll Höhe per Minute, jedoch bei der Mangelhaftigkeit der ganzen Vorrichtung lieferten beide Sätze zusammen kaum 4 Cubikfufs Wasser pro Minute. Auch an dieser Rofskunst war, eben so wenig wie an den Paternosterwerken und Pferdegöpeln, ein Gegenstand von Eisen zu sehen. Aufser ganz leichten Zapfen nebst Ringen an dem stehenden Wellbaume und dem Tummelbaum war alles von Holz und mittelst lederner Riemen zusammen verbunden.

Die in Fig. 6 im Aufriß dargestellte Vorrichtung wird auf dem Amalgamirwerke Socoade bei Zacatecas zur Hebung des für diese Anstalt erforderlichen Wassers während des ganzen Jahres benutzt.

Nach den über dieses Paternosterwerk von mir gemachten Beobachtungen durchlaufen die beiden neben einander angebrachten Maschinen die 20 Fuß im Durchmesser haltende Kettenbahn 8½ Mal in der Minute, wobei die Trommel 8½ Umgänge macht, und 54 doppelte oder 148 einfache Eimer auf 20 Varas oder 60 Fuß Höhe gehoben werden. Jeder dieser Eimer hält 4½ Cubikzoll oder alle zusammen im Ganzen beinahe 10½ Cubikfuß Wasser. Angenommen daß nur ¾ dieser Wassermenge, oder 8½ Cubikzoll bis zur Trommel oder zum Ausgußcanale gelangt, und für das, alle 8 Stunden erfolgende An- und Einspannen der Thiere und den sonstigen Aufenthalt bei Reparaturen u. s. w. auf die 12stündige Tagesarbeitszeit 1 Stunde Zeit in Abzug gebracht wird, so erhält man für die wirkliche Arbeitszeit von 11 Stunden 4740 Cubikfuß Wasser.

Der in Socoade vorhandene große Wasserbehälter machte eine unmittelbare genaue Messung des durch diese Vorrichtung gelieferten Wassers möglich, und es fand sich bei einem ununterbrochenen raschen Gange der Maschinen, daß wirklich 8½ Cubikfuß Wasser in der Minute gehoben wurden, so lange die Wasserkasten und Eimer neu und alle Theile bestens unterhalten waren. Sobald jedoch die ledernen Schöpfgefäße und das Getriebe sich abgenutzt, ergab die unmittelbare Messung in dem Wasserbehälter für die während eines Tages geförderte Wassermenge, meist mehr als 4940 Cubikfuß, oder 7½ Cubikfuß in der Minute. Für den gewöhnlichen Betrieb des Amalgamirwerks ist diese Wassermenge ausreichend, sobald aber in der wärmeren Jahreszeit der Amalgamationsprocess rascher von statten geht, wird auch mehr Wasser erfordert und die

Nacht mufs alsdann zur Wasserhebung mit zu Hülfe genommen werden, um den gröfsern Bedarf zu beschaffen.

Zu dem genannten Paternosterwerke auf Sauceda sind 8 Maulthiere, welche alle drei Stunden abgelöst werden, erforderlich, und mit seltener Ausnahme mehr als eine Schicht in 24 Stunden arbeiten. Der dabei angestellte Aufseher (Noriero) hat den regelmäfsigen Gang der Maschine zu überwachen, das An- und Ausspannen der Thiere zu besorgen, die Wasserketten mit ihren ledernen Schläuchen anzufertigen und zu unterhalten, so wie alle an der Maschine vorkommenden Reparaturen zu besorgen.

Die wöchentlichen Unkosten sind daher folgende.

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Unterhaltung von 8 Maulthieren bei durchschnittlichen Futterpreisen, jedes à 10 Reales | 10 | — |
| 2) Wochenlohn des Aufsehers . . . . . | 8 | — |
| 3) Abnutzung an Pferdegeschirr, Schnüre und Lederwerk . . . . . | — | 7 |
| 4) Erneuerung der Thiere, welche alle 6 Jahre erfolgt, für jedes Thier 30 Pesos, macht für die Woche . . . . . | — | 6½ |
| 5) Vier Stück Wasserketten jährlich, deren jede an Material- und Arbeitslohn 54 Pesos kostet, mithin per Woche . . . . . | 4 | 1½ |
| 6) Die Zinsen des Anlagekapitals nach folgendem Kostenverzeichnifs . . . . . | — | 2½ |
| Mithin Summa der wöchentlichen Kosten . . | 24 | 1 |

Die Kosten des Neubaues eines doppelten Paternosterwerkes (Fig. 6) sind folgende:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Für 3 kleine Balken für die obere Querschwelle *Q* und die stehende und liegende Welle *C* und *I* im Ganzen 28½ Varas ¼ Varas im Quadrat zu 1 Peso die Vara . . . . . | 28 | 4 |

| | Pesos |
|---|---|
| 2) Für beide Kammräder und die Kettentrommel sind erforderlich 30 Felgen zu 1 Peso per Stück . . . . . | 29 |
| 3) Für die Arme der Räder und Scheiben, den Schwengel und Angriffshebel 6 Stück eichene Pfosten von 7 Varas Länge zu 2½ Pesos per Stück . . . . . | 13 |
| 4) Für 4 Stück eichene Bretter zum Ausgussbunten und Gerinne von 7 Varas Länge à 1½ Peso . . . . . | 5 |
| 5) Für 100 Stück Triebstöcke und Kämme für das Getriebe und die Trommel à 3 Reales per Stück . . . . . | 25 |
| 6) Für 3 Stück eiserne Zapfen mit einer Pfannenspur und 3 Bändern, zusammen 30 Pfund wiegend, zu 2 Reales per Pfd. . . . . | 7 |
| 7) Für Arbeitslohn für die Zusammenstellung sämmtlicher Theile, das Aufschlagen und die Verbindung der Vorrichtung mit ledernen Riemen, überhaupt . . . . . | 141 |
| Summa der Kosten incl. Material . . . . | 250 |

### 3. Wasserräder.

#### *A.* Oberschlächtige Wasserräder. Fig. 7.

Wo, wie in den südlichen Staaten Mexico's, während des größten Theils des Jahres dem Berg- und Hüttenbetrieb Aufschlagewasser zu Gebot stehen, sind meistentheils auch so außerordentlich große Gefälle vorhanden, daß auf kurze Entfernungen mehrere oberschlächtige Wasserräder über einander angebracht und benutzt werden können. Zu diesen Rädern wird das Wasser oft aus weiten Fernen, über Schluchten und Bergrücken, auf meilenlangen, an steilen Felsenwänden angelehnten Leitungen herbeigeführt

ohne dafs Wasseransammelplätze oder Teichanlagen dabei angebracht werden können, da während der tropischen Regenzeit die herabstürzenden starken Regenfluthen alle Verschlüsse und Behälter in wenigen Augenblicken mit Gerölle ausfüllen, oder gänzlich zerstören würden. Der Kostenaufwand zu diesen Wasserleitungen übersteigt gewöhnlich die Baukosten für die Hüttenanlagen selbst.

Die von diesen Leitungen durchschnittenen Urwaldungen liefern die grofsen Baumstämme, aus denen der Indianer mit einer ihm eigenthümlichen Fertigkeit die hölzernen Gerinne (Canoas) verfertigt, mit welchen man an den schwierigsten Stellen diese Wasserleitungen mit grofser Gewandheit über furchtbare Abgründe wegführt. Bei diesen, meist aus verschiedenen Richtungen herangeführten Wasserleitungen, macht ihre grofse Ausdehnung eine allgemeine dauerhafte Construction nicht wohl statthaft, und wenn eines Theils die hölzernen Gerinne, während der Trockenzeit durch die tropische Sonnenhitze bald zerreifsen, so wird andern Theils während der Regenzeit die offene Wasserleitung durch die herabstürzenden Fluthen stets beschädigt, versandet oder gar fortgeschwemmt. Es ist daher eine fortwährende Instandhaltung dieser Wasserleitungen nothwendig und dafür bei jeder Zugutmachungsanstalt von einiger Bedeutung ein Aufseher angestellt, der dieselbe täglich beaufsichtigt, die kleinen Schäden herstellt und die Instandhaltung der Wasserleitung das ganze Jahr hindurch besorgt.

Das ganz gewöhnliche alte oberschlächtige Wasserrad ohne Stofsschaufel, und die alten maurischen horizontalen Löffelräder sind in Mexico in Anwendung geblieben, und werden noch fortwährend in ihrer frühern mangelhaften Verbindung bei allen Zugutmachungsanstalten als Betriebsmaschinen benutzt. Durch die seit langen Jahren unverändert beibehaltene Construction dieser Wasserräder und ihre Anwendung, ohne Rücksicht auf die Höhe des sich

darbietenden Gefälles und der Wassermenge, sind die Formen und Maafse derselben, so wie die zu ihren einzelnen Theilen erforderlichen Holzarten so allgemein bekannt geworden, dafs die in der Nachbarschaft der Berg- und Hüttenwerke wohnenden Indianer die einzelnen Stücke zu den Wasserrädern und allen sonstigen Betriebs- und mechanischen Vorrichtungen in den Waldungen fertig bearbeiten und zu verhältnifsmäfsigen Preisen anliefern. Diese Indianer werden auch selbst jetzt noch als Bau- und Maschinenarbeiter verwendet, indem sie die angelieferten Maschinentheile in den Anstalten zusammensetzen und sich der Aufstellung der Maschinen unterziehen, wobei sie stets einige Anlage verrathen.

Unter allen Handwerken zeigen die eingebornen Mexikaner jedoch das meiste Talent und den gröfsten Kunstsinn bei den Maurer- und Steinhauerarbeiten, und ich habe deren mehre kennen gelernt, die selbst in Europa für ausgezeichnete Handwerker gelten würden *).

Die gewöhnlich in einer gemauerten Radstube eingehängten oberschlächtigen Wasserräder Mexico's, Fig. 7, haben mit geringer Ausnahme einen Durchmesser von 30 bis

---

*) Als Maafs zur Bestimmung der Wassermenge dient in Mexico sowohl bei öffentlichen Wasserleitungen, als auch bei juristischen Entscheidungen, eine freie Durchflufsöffnung (die bald im Boden, bald in den Seitenwänden eines Behälters oder Gerinnes angebracht wird) von der Gröfse einer Citrone oder eine 2½ Zoll im Durchmesser haltende runde Oeffnung, und sind in dem spanischen Feldmesser-Reglement von 1613 (Las ordenanzas par el acordonamiento y las medidas des tierras. — Die Gesetze über die Begrenzung und Vermessung des Grundbesitzes) die speciellen Bestimmungen dieses Wassermaafses unter dem Namen (una Naranja de Agua) einer Citrone Wasser aufgeführt, welche in Unterabtheilungen von Kreisöffnungen getheilt werden, die zum Durchmesser [illegible] und [illegible] des Hauptmaafses haben und mit dem Namen una media — una quarta — una octava — Naranja bezeichnet werden.

22 Fufs und sind mit einem wasserhaltenden Boden von 9 Zoll Höhe und 17 Zoll lichter Weite versehen. Die Zellentheilung hat das Eigenthümliche, dafs sie ohne Sturzbrett in einer Linie bis zum Boden durchgeht, und daher bedeutend schneller ausleert und an Krafteffect verliert.

Die aus den Waldungen angelieferten Krümmlinge (Felgen, Camones) zu den Radscheiben, werden in einer platten Zahnverbindung, die ein Holzkeil in der Mitte zusammenschliefst (ohne Schraube oder Nagel) über einander verbunden, und haben in der Mitte, wo die Radarme zur Hälfte eingreifen, doppelte Holzstärke.

Die zu beiden Seiten angebrachten 6 oder 8 Radarme werden, anstatt durch die Welle zu gehen, um dieselbe befestigt, indem sie an einem Ende durch Zapfen und hölzerne Schlufskeile unter sich verbunden die Radwelle umgeben. An ihren äufsern Enden sind abwechselnd Schwalbenschwanzverbindung und vorragende Zapfenlöcher mit Queerriegeln unter und oberhalb des Wasserbodens angebracht, die den Kranz und die Arme vereinigen und zusammenhalten.

Die Zellentheilung, die Stellung der Schaufeln, so wie die Verschneidung der Radscheiben, die aus so vielen Felgen bestehen als das Wasserrad Arme hat, sind in Fig. 7 angegeben, wo zugleich bei Z die eigenthümliche Befestigung der eisernen Zapfen an der liegenden Welle angedeutet ist.

Das für diese Räder bestimmte Zapfenlagergerüste besteht meistens aus gemauerten Pfeilern, wobei die eisernen Zapfen auf Lagern von hartem Holz sich bewegen, und durch Wasserzufluſs gegen Erwärmung und Abnutzung geschützt werden. Da, wo Erzmühlen durch diese Räder getrieben werden, ist, wie in Fig. 9 und 14, ein hölzernes Gerüste mit langer Queerschwelle angebracht.

Um ein sechsstempeliges landesübliches Pochwerk (Fig. 8) durch eins dieser Wasserräder mit gehöriger Geschwin-

tigkeit zu bewegen, sind 120 Cubikfuß Aufschlagewasser erforderlich, womit dasselbe 8 Umgänge in der Minute macht. Dieses Aufschlagewasser wird ohne Spannschütze dem Wasserrade zugeführt, und gewöhnlich ist ein kurzer Ansatz in der Schaufelstellungsverlängerung als Mundstück befestigt, wie Fig. 7 zeigt.

*B.* Horizontale Wasserräder mit Wasserbehälter. Fig. 12.

Die vorzüglichsten dieser Betriebsverrichtungen, welche sowohl zu der Bewegung von Brennöhlen, als auch mit geringer Abweichung zum Betrieb der dortigen Fruchtmühlen benutzt werden, sind zur Seite mit einem Wasserbehälter (Cube) versehen, aus dem ein Wasserstrahl von 2½ Zoll Durchmesser, unter dem Druck einer Wassersäule von 9 bis 10 Fuß Höhe auf das Schaufelrad wirkt. Der Halbmesser dieses, in einer, aus Bauerwerk gewölbten Radstube, aufgestellten Rades Fig. 12, beträgt bis zur Mitte der prismatisch ausgehöhlten Schaufel, 7½ Fuß.

Bei dieser Vorrichtung durchkreuzen die Arme die stehende Welle, weshalb derselben dann auch doppelte Holzstirne gegeben wird. Auf den Endpunkten dieser 6 Radarme ruht der starke Radkranz, auf welchem die 1 Fuß langen und 6 Zoll breiten Schaufeln (Paletes) mit ihren Stielen eingesetzt werden, deren sich bei Rädern von 10 Fuß Durchmesser 70 Stück auf dem Umfange befinden. Die Form dieser Schaufeln ist in vergrößertem Maßstab bei Fig. 13 SS angegeben.

In manchen Revieren bedient man sich, anstatt der hölzernen Schaufeln, zu den Löffeln der horizontalen Wasserräder, regelmäßig zugeschnittener Stürze von rohen Häuten, die am Feuer geformt und hart gebrannt werden und denen man, wegen ihrer Leichtigkeit und Dauer, den Vorzug giebt.

Bei der angegebenen Ausflußöffnung (Düse) und Druckhöhe des Wassers erfordern diese Räder 65 bis

70 Cubikfufs Aufschlagewasser, damit die zweiarmige Erzmühle mit ihren beiden Laufsteinen 6 Umgänge in der Minute machen kann. — Bei Fruchtmühlen, wo die Mahlsteine nur $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fufs Durchmesser haben, und wo die Wassersäule nicht selten 15 bis 20 Fufs Höhe beträgt, steigt deren Geschwindigkeit von 70 bis zu 93 Umläufen in der Minute.

### *C.* Horizontale Wasserräder mit freiem Wasserzufluſs.

Fig. 13.

Diese Löffelräder haben im Allgemeinen 10 bis 12 Fufs Halbmesser bis zum äufsern Ende der abgerundeten Schaufeln (Cuchara), die in der Form von *LL* Fig. 13. 12 Zoll lang, 5 Zoll breit und 4 Zoll hoch mit ihren 8 Zoll langen viereckigen Stielen in den aufgehängten Radkranz eingezapft werden. Die Vereinigung dieser Radscheiben mit der Welle, an welcher letzterer das Kreuz für die 4 Laufsteine einer Erzmühle angebracht wird, ist durch eine eigenthümliche Art von Winkelarmen, wie der Durchschnitt Fig. 13 zeigt, angebracht, wobei der mit den Löffelschaufeln besetzte Ring, vermittelst Riegelhölzer, an die äufsern Enden der Radarme gehängt und 106 bis 130 Schaufeln erhält. Bei einem mittleren Gefälle von 5 Fufs, das durch ein hölzernes Aufschlagegerinne mit 27° Neigung zum Wasseraufsturz benutzt ist, und 80 bis 90 Cubikfufs Aufschlagewasser zuführt, macht diese Vorrichtung, bei gewöhnlicher Belastung mit 4 Mahlsteinen, 4 Umgänge in der Minute.

Die am obern Ende zum Zapfen abgerundete Welle bewegt sich eben so wie das vorbeschriebene Wasserrad Fig. 12 in einem Holzkloben *B* (Maimonera), der vermittelst eines Holzschlosses an den, durch zwei Ständer getragenen Querbalken Lit. *A.* befestigt ist.

Unterhalb bewegen sich diese Radwellen auf eisernen Spitzzapfen (Guijo), deren Befestigung bei Fig. 4 Lit. *S* angegeben ist. Die dazu erforderliche gestählte Pfanne ist

in dem hervorstehenden hölzernen Stander oder Schienstein *D* eingelassen.

### *D.* Betriebsvorrichtungen für Wasser- und Thierkraft zugleich, Fig. 21. und 22.

In finden sich noch andere Wasserräder, doch nur in den wenig zugänglichen Bergwerken im Innern der mexikanischen Gebirge vor, deren Bewegung in der Trockenzeit, wenn das Aufschlagwasser versiegt ist, durch Pferde oder Maulthiere bewirkt wird.

Unter Fig. 21. ist eine dieser Vorrichtungen in der Seitenansicht gezeichnet, welche ein Balggebläse und eine Erzmühle in Bewegung setzt und bei Wassermangel durch ein Maulthier betrieben wird, indem ein Deichselbaum (Espeque) durch die stehende Welle *C* geschoben, das Schaufelrad ersetzt, die beiden Vorrichtungen Fig. 15. und 22., im Kleinen vereinigend.

In den fern von den dichter bevölkerten Gegenden, durch die eingeborenen Indianer ohne grosse Geldmittel betriebenen kleinen Bergwerken findet man, in der unmittelbaren Nähe der Erzfunderte, häufig eine oder mehre dieser einfachen Vorrichtungen, welche die einzige Zugutemachungs-Anstalt bei diesem Bergbau bilden und oft nur durch einen nahe stehenden Baum vor Wind und Wetter geschützt sind. Hier sucht der mit praktischen Erfahrungen reichlich versehene Indianer, zu jeder Jahreszeit, die ihm zu Gebot stehenden Kräfte für die Zugutemachung der Gold- und Silbererze auf trockenem und nassem Wege im Kleinen zu benutzen, in reger Betriebsamkeit bald das Gebläse zum Schmelzen und Feinbrennen der edlen Metalle sich bedienend, bald in der kleinen Waschschüssel als Anreibungsgefäss die Silber- und Gold-Erze zerreibend und durch Amalgamation ihren Gehalt edlen Metalles darstellend, wenn er die Gebläse zum rohen Theerbrennen, die

Schmelz- und Flammöfen von feuerfestem Thon, so wie die Ausbrenntiegel selbst anzufertigen versteht.

### 4. Trocken-Pochwerke (Morteros oder Molinos) zum Zerkleinern der Erze. (Fig. 8. 9. 10. u. 11.)

Die Pochwerke werden auf den Gruben Mexiko's seltener zur Vorbereitung der Erze für eine weitere Aufbereitung oder Concentration, als zur Vorbereitung derselben für den Amalgamir- oder Schmelzprocefs benutzt. Bei ihrer Anwendung wird daher gewöhnlich Zerkleinerung der Erze, unter Darstellung eines möglichst gleichmäfsigen Kornes, bezweckt. Das Verpochen der Erze geschieht aber stets trocken, und werden dieselben, zur Verminderung des Verstaubens, an einigen Orten mit etwas Wasser befeuchtet.

Die Construction der, theils durch Wasserkraft, theils durch Thierkraft bewegten Pochwerke habe ich in Fig. 8. 9. 10. u. 11. zu verdeutlichen gesucht und die dabei von den deutschen Trocken-Pochwerken im Wesentlichen abweichenden einzelnen Theile im gröfsern Maafsstabe angegeben. Aus dieser Zeichnung ergiebt sich die Befestigung der Pochsäulen auf den Querschwellen, die Verbindung der Pochsäulen unter sich und die Stellung der Lade- und Leithölzer.

Die in den südlichen Revieren meistens durch vertikale Wasserräder in Bewegung gesetzten Pochwerke Fig. 8. und 9. (Morteros) haben einen Satz von 6 Stempeln, der an die Radstube angelehnt und dessen Stempel unmittelbar von der Wasserradswelle gehoben werden.

Die Pochwerke der nördlichen Reviere (Molinos), welche durch Maulthiere oder Pferde bewegt werden, haben neun Stempel, wie Fig. 10. u. 11. zeigt. Beide Vorrichtungen sind in ihrer Zusammensetzung, mit Ausnahme der Anzahl der Stempel und der verschiedenartigen Pochsiebe,

ziemlich gleich und in folgender Weise ausgeführt. Der gemauerte Pochmehlbehälter (Caxon) *MM* liegt unter der Sohle des Pochwerksgebäudes und es bilden dessen Umfangsmauern zugleich die Fundamente zu den Grundschwellen der Pochwerkssäulen. Die über diesem gemauerten Behälter frei liegende hölzerne Grundschwelle *KN* trägt die eiserne Pochsohle (Chape), auf deren beiden Seiten die schräg liegenden Pochgatter *G* oder Siebe *S* angebracht sind. Die Construction des Pochstuhles geht aus der Zeichnung Fig. 8. 9. 10. u. 11. selbst hervor, und wird hier nur noch bemerkt, daß die Pocheisen (Almadenetes) aus Schmiedeeisen bestehen.

Die durch die hölzerne Grundschwelle, die Gatter oder Siebe zum größten Theil bedeckten Mehlbehälter sind mit Brettern vollends zugedeckt.

In den südlichen Revieren sind sie in festem Mauerwerk, in den nördlichen Revieren aber häufig in Lehmpatzen ausgeführt, und entweder mit einer Treppe oder einem besondern von der Seite dem Stirnenden Eingange versehen, um das Pochmehl daraus wegschaffen zu können.

Die Pochschwelle liegt mit ihren beiden Enden entweder auf einem Kappengewölbe, welches die Mehlbehälter an seinen Enden überdeckt, oder auf mehren Querschwellen. Sie trägt die Pochsohle, welche in den südlichen Revieren aus Schmiedeeisen besteht und bei Sätzen von sechs Stempeln 5 Fuß lang, 1 Fuß breit und 6 Zoll dick ist. Zu den Pochsohlen der neunstempeligen Sätze in den nördlichen Revieren werden zwei gegossene starke Kupferplatten jede von 3½ Fuß Länge verwendet, welche in starke Nadelholzschwellen *N* Fig. 11. von 3½ Fuß im Gevierte eingelassen sind.

Die auf beiden Seiten dieser Pochsohlen angebrachten Durchfallgatter (Teteles) bestehen bei dem 6stempeligen Pochwerke *G*, Fig. 8. u. 9., aus 3 viereckigen Stäben kupferner Drahtgitter von 20 Zoll Länge und 12 Zoll Breite,

die auf einem gemeinschaftlichen hölzernen Rahmen aufgenagelt und in einer schiefen Ebene von 37 bis 38° zwischen den Pochsäulen ohne Seitenbretter angebracht sind. Die Weite dieser Drathgitter ist bei *g* in Fig. 9. in natürlicher Gröfse angegeben. Bei den 9stempeligen Pochwerken in den nördlichen Revieren (Fig. 10. u. 11.) wird das zu einem gröbern Pochkorn bestimmte Sieb (Criva) *S* von rohen Thierhäuten, 7 Fufs lang und 3 Fufs breit, angefertigt und, unter gleicher Neigung wie die Gatter, zu beiden Seiten der Pochsohle angenagelt. Ein solches Pochsieb *S* ist bei Fig. 11. in natürlicher Gröfse angegeben.

Bei dieser Vorrichtung sind an der untern Seite des Siebes bretterne Schirme angebracht, um das Ausspringen der Erzstücke in die sie begrenzende Rennbahn der Rofskunst zu verhüten.

Alle Theile des Pochstuhls sind in den südlichen Revieren aus Eichenholz angefertigt, dagegen aber wird in den nördlichen Revieren zu den Säulen und den Querriegeln des Dachstuhls nur Nadelholz verwendet, wobei jedoch deren Verbindung wie das Querprofil Fig. 11. zeigt, zweckmäfsiger geformt und mit gröfserer Sorgfalt ausgeführt ist; Ladenhölzer und Leistenriegel sind auch hier von Eichenholz. Die Pochstempel sind bei beiden Vorrichtungen von hartem Eichenholz, bei den 6stempeligen Pochwerken 12 Fufs lang und 6 Zoll im Gevierte, bei den 9stempeligen aber nur 10 Fufs lang und 4 Zoll stark. Die Pochschuhe sind von Schmiedeeisen mit viereckigen Zapfen, wiegen etwa 120 Pfd. und sind durch einen viereckigen oder ovalen eisernen Ring an die Stempel befestigt. Der armirte Stempel wiegt 180 bis 216 Pfd.

Bei den 6stempeligen Pochwerken wird der Stempel in einer Höhe von 5½ Fufs, von der untern Fläche des neuen Pocheisens gerechnet, bei den 9stempeligen aber

in einer Höhe von 4½ Fuſs ausgelocht, um den 10 Zoll langen Hebezapfen aufzunehmen.

Der Hebezapfen ist auf der hintern Seite des Pochwerks mit zwei Streckkeilen befestigt, ohne daſs derselbe bei dem Abschleiſsen der Pocheisen höher oder niedriger gestellt werden kann, worauf man erst in neuerer Zeit Rücksicht genommen hat.

Die Umtriebswellen der, sowohl durch Wasserräder als durch Reſskünste betriebenen Pochwerke sind nicht, wie in Europa, mit eingezapften Hebeköpfen oder Däumlingen, sondern mit so vielen hölzernen Kränzen, als der Pochsatz Stempeln hat, versehen, die aus einzelnen Riegeln, Fig. 9. *D*, mit vorstehendem Kopfstücke bestehen. Sie sind in der, in Fig. 9. *Z*, angegebenen Art um die Welle gelegt und durch hölzerne Keile *a* fest auf derselben angetrieben. Bei den durch Wasserräder bewegten Pochwerken bestehen diese, die Däumlinge vertretende Kränze aus vier, bei den durch Reſskünste bewegten aber aus drei Riegeln, so daſs also die Pochwelle bei jedem Umgange für jeden Stempel, im ersten Falle vier (Fig. 9. *Z*) im letzten Falle aber nur drei Hübe (Fig. 11. *Z*) macht. Oft pflegt man die so gebildeten Hüblinge mit einem Stück ungegerbtem Leder zu überziehen, wobei dann durch längern Gebrauch eine sehr glatte Oberfläche erhalten und dem Anschein nach Reibung und die Abnutzung der Hebezapfen und Däumlinge vermindert wird.

An allen gröſsern und kleinen Wellbäumen der mexikanischen Maschinen, sie mögen aus Eichen-, Nadel- oder sonstigen Holzarten bestehen, wird der eiserne Wellzapfen (Muneco) auf eine eigenthümliche Weise befestigt. Die Zapfen erhalten zu diesem Zweck eine eigene Stielform und sind in gleicher Weise wie die Spindelzapfen der Pferdegöpel gestaltet und befestigt. Ihre Gestalt ist in Fig. 9. in gröſserem Maaſsstabe gezeichnet, wo *z* den Zapfen, *S* aber das aus hartem Holz bestehende Einsatzstück

oder Schlofs darstellt. Das Schlofs wird aus den härtesten Holzarten angefertigt, ist keilförmig und wird in den auf dem Kopfe des Wellbaumes angebrachten Einschnitt, *r* Fig. 6., von der Seite eingeschoben und mit einem leichten eisernen Ringe, der bald rund bald viereckig ist, befestigt, wobei das hölzerne Schlofs auf jeder Seite einige Zoll vorsteht. Jetzt erst wird der eiserne Zapfen eingeschlagen, wobei dessen 3 bis 4 Zoll hervorragendes Stielende in den Wellbaum eindringt und durch Keile in die Welle befestigt wird.

Auf die von beiden Seiten zugänglichen Pochwerke, deren Sohlen 1½ bis 2½ Fufs hoch über dem Boden des Pochhauses liegen, wird das zu verpochende Erz zu beiden Seiten der Siebe angefahren und von zwei Pochknechten mittelst einer Schaufel unter die Stempel aufgegeben. So wie die Erzgraupen über die Siebe herabfallen, werden sie wieder unter die Stempel gebracht, bis alles zum untern Mehlraume durchgepocht ist.

Die ledernen Siebe finden sich vorzugsweise nur bei den Pochwerken der nördlichen Reviere, welche durch Rofskünste betrieben werden, im Gebrauch. Dort wird das rösche Pochklein der fein eingesprengten Silbererze, so wie das zum Amalgamationsprocesse erforderliche Kupfererz (Magistral) demnächst vor der Zugutmachung auf besondern Erzmühlen mit Wasser zu feinem Schlamm gemahlen, wie weiter unten näher erläutert ist.

Die grob eingesprengten und derben reichen Silbererze von 2 bis 5 Mark im Centner, welche zur Bleiarbeit in der Schmelzhütte bestimmt sind, werden nur zu einem röschen Korn gepocht, wobei dann die Siebe und Gatter mit Brettern bedeckt werden, um das Durchfallen derselben in den Mehlraum zu verhindern. Zur Erzielung eines gleichen Kornes wird dieses gepochte reichere Erz durch Handsiebe geworfen.

Auch bei Anwendung der ledernen Siebe in den nörd-

lichen Revieren wird nur ein sehr rösches Korn erhalten, indem hier die fein eingesprengten Silbererze, so wie die zu ihrer Beschickung bei der Amalgamation bestimmten Kupfererze (Magistral), nachdem sie gepocht worden, auf besonderen Erzmühlen mit Wasser fein gemahlen werden. Nach meinen gesammelten Erfahrungen darf man annehmen, daß bei anhaltendem Betriebe und regelmäßiger Instandhaltung eines mexikanischen Trockenpochwerkes dasselbe nur auf 8 Jahre brauchbar bleibt. Hierbei müssen aber die eisernen Pochschuhe und Pochschalen alle 18 Monate erneuert werden, während die kupfernen Pochschalen schon nach Verlauf der ersten 9 Monate umgängt werden müssen und nachdem die Hälfte ihres Gewichts verloren haben.

Die nach Fig. 8. und 9. construirten Trockenpochwerke von Real del Monte und Chico werden durch vertikale Wasserräder, welche in der weiter unten zu beschreibenden Weise zusammengesetzt sind, in Bewegung gesetzt. Diese Räder machen mit 90 bis 110 Cubikfuß Aufschlagewasser 6 Umgänge in der Minute, wobei jeder der Stempel 24 Mal zu einer Höhe von 15 Zoll gehoben wird. Bei ununterbrochenem Betrieb werden alle 12 Stunden 9 Last (Cargas), à 3 Centner oder 27 Centner in Quarz eingesprengte Silbererze, zu so feinem Pochmehl zerstoßen, daß das daraus erzeugte und durch die Druckseite frei durchgefallene Erzmehl ohne weitere Zerkleinerung oder Aufbereitung dem dortigen Verquickungsprocesse unterworfen werden kann. Es werden in Real del monte und Chico mithin in einem 6stempeligen Pochwerke wöchentlich, oder in 6 Schichten 142 Centner fein gepochte Erze erhalten.

Erfordern aber die Erze zu ihrer Zugutmachung ein feineres Korn, so daß sie nach dem Verpochen noch auf besondern Erzmühlen mit Wasser zu einem feinen Schlamm gemahlen werden müssen, oder sind es grob eingesprengte

Silbererze, die zum Schmelzprocefs nur grob zerstofsen werden, so bedeckt man auch in Real del monte und Chico die Durchfallssiebe mit Brettern und schürt die Erze so lange unter, bis alles angemessen übergepocht ist. Alsdann können auf den 6stempeligen Pochwerken alle 12 Stunden 45 Centner oder in der Woche 270 Centner rösch gepocht werden.

Die in den grofsen Zugutmachungs-Anstalten von Guanaxuato und Zacatecas gebräuchlichen 9stempeligen Pochwerke, deren Rennbahns-Halbmesser und die Schwengellänge der Rofskunst, wodurch dieselbe in Bewegung gesetzt werden, 6 Varas oder ungefähr 16 Fufs beträgt, werden durch drei an einem Deichselbaum nebeneinandergespannten Maulthieren betrieben. Bei regelmäfsigem Gange durchlaufen diese Maulthiere durchschnittlich die bezeichnete Rennbahn 5 Mal in der Minute, wobei also jeder der 9 Stempel 15 Mal in die Höhe gehoben wird. Bei dieser Geschwindigkeit werden, so lange die Pocheisen sowohl als die Pochsohlen sich in gutem Zustande befinden, alle 18 Stunden (die dortige gewöhnliche Pochschicht) 40 Cargas oder 120 Centner, also in 12 Stunden Zeit 80 Ctr. Erz, in grobem Korn, durch das lederne Durchfallsieb durchgepocht, so dafs hier also wöchentlich in 6 achtzehnstündigen Schichten 720 Ctr. oder in 6 zwölfstündigen Schichten 480 Ctr. rösches Mehl erhalten werden. In den nördlichen Revieren werden bei schwunghaftem Betriebe der Zugutmachungs-Anstalten gewöhnlich mehre Pochwerke, mit einer und derselben Rofskunst in Bewegung gesetzt und solches durch die in Fig. 10. angegebene Vorrichtung bewirkt. In diesem Falle arbeiten 6 Maulthiere am doppelten Schwengel in derselben Rennbahn. Obschon dabei viel an Raum und etwas weniges an Effect und Kosten erspart wird, so hat diese Einrichtung doch den wesentlichen Nachtheil, dafs keine Vorrichtung dabei angebracht ist, um jedes der Getrieb- oder Stirnräder für sich allein aus dem

Kreuzrad zu heben und nur einen der Pochstöße arbeiten zu lassen, während der andere still steht. Man bewirkt dies dadurch, daß man einige Getriebestöcke aus dem Kammrade herausschlägt.

Da zur Wartung eines 6stempeligen Pochwerks ein Aufseher und zwei Pochjungen, welche das Unterschütten der Erze und das Zutragen und Wegschaffen des Pochmehls besorgen, erforderlich sind, so berechnen sich die wöchentlichen Kosten dabei in den südlichen Revieren auf folgende:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) 1 Pochwerks-Aufseher zum Lohn von 6 Reales für den Tag; also für die Woche . . . . | 4 | 4 |
| 2) 2 Pochwerks-Aufgeber, jeder zu 3 Reales täglich, macht . . . . . | 4 | 4 |
| 3) Für Schmiere und die Beleuchtung wöchentlich | — | 3½ |
| 4) Reparaturkosten, an Schmiedlohn und Materialien wöchentlich . . . . . | 2 | 4½ |
| 5) Für die Abnutzung der Pochstöße und der Pochschuhe wöchentlich . . . . . | 2 | 6½ |
| 6) Verbrauch des Pochstahls und Zinsen des Anlage-Capitals der Vorrichtung, ohne die Gebäudlichkeiten, wöchentlich . . . . . | — | 3½ |
| Summa der wöchentlichen Kosten | 15 | 2. |

Mithin kostet jeder Centner Erz fein zu pochen in dem südlichen Reviere ½ Real.

Die 9stempeligen Pochwerke in der Umgebung von Guanaxuato und Zacatecas erfordern für jede 3 Pochstempel ein Maulthier, das alle 4 Stunden umgewechselt wird; außerdem muß für jeden Pochsatz von 9 Stempeln noch ein Reserve-Thier gehalten werden, so daß im Ganzen 10 Maulthiere zu der Bewegung eines 9stempeligen Pochwerks erforderlich sind. Die darauf fallenden Unkosten berechnen sich daher wöchentlich in den nördlichen Revieren:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Für Aufwartung und Hütung der Thiere bei mittleren Futterpreisen à 10 Reales für das Stück | 12 | 4 |
| 2) Für einen Treiber und drei Aufgeber, deren jeder täglich 4½ Real Lohn erhält, für die Woche | 13 | 4 |
| 3) Für die alle 8 Jahre neu anzukaufenden Maulthiere zu 30 Pesos das Stück, mithin für die Woche | — | 4½ |
| 4) Die wöchentliche Abnutzung der 9 Pocheisen und der kupfernen Pochsohlen mit | 3 | 2½ |
| 5) Für Schmiere und Beleuchtung | — | 6 |
| 6) Für Verlust an Anlage-Capital und Zinsen von 584½ Pesos für diese Pochwerks-Verrichtungen, die alle 8 Jahre neu gebaut werden müssen | 1 | 3 |
| 7) Für dazu erforderliche Reparaturkosten und Materialien, für die Woche | 1 | 4 |
| 8) An Ausgaben für rohe Häute zu Sieben und Riemen, Schnüren und für wollenes Zeug zur Bespannung der Thiere | 1 | 6 |
| Summa der wöchentlichen Kosten | 35 | 2, |

wofür 720 Centner Erz zu einem groben röschen Korn gepocht werden. Es kostet mithin in den nördlichen Revieren jeder Centner $\frac{7}{12}$ Real, während derselbe in den südlichen Revieren für $\frac{8}{12}$ Real dargestellt wird.

Die Kosten des Neubaues eines 6stempeligen Pochwerks mit einem überschlächtigen Wasserrade nach der Construction in Fig. 7., 8. und 9. stellen sich auf nachfolgende Beträge:

| A. Das Wasserrad. | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| Die Wasserrads-Welle von 5½ Varas Länge | 60 | — |
| Die Radarme 16 Stück jedes von 4½ Varas Länge zu 1½ Peso . . . . . | 24 | — |
| 16 Stück Krämmlinge zu den Radkränzen . | 20 | — |
| 21 Stück Bretter zum Gerinne, Schaufeln und dem Boden des Rades zu 12 Reales für das Stück | 31 | 4 |
| 2 eiserne Wellzapfen à 50 Pfd. zu 2 Reales das Pfd. . . . . | 12 | 4 |
| Arbeitslohn zur Bearbeitung, Aufschlagen des Wasserrades nebst Gerinnes . . . . . | 133 | — |
| Kosten des Wasserrades | 281 | — |
| B. Das Pochwerk. | | |
| Pochschwelle von 3 Varas Länge, ½ Vara Quad. | 12 | — |
| Für die Pochstempel, den Pochstuhl und dessen Verbindungsstücke u. die Hebezapfen; 14 Stück eichene Treff von 4½ Varas Länge à 12 Reales | 21 | — |
| 24 Stück Riegel mit Dämmlingen zu den Hebezapfen um die Pochwerkswelle, zu 4 Reales für das Stück . . . . . | 12 | — |
| 6 Stück geschmiedete eiserne Pochschuhe, jeder zu 120 Pfd. für das Stück 20 Pesos . . | 120 | — |
| Eine eiserne Pochschuhe von 250 Pfd. kostet frei zur Stelle geliefert . . . . . | 93 | 6 |
| 6 Stück eiserne Ringe zu den Pochstempeln, jeder 5 Pfd. zu 2 Reales für das Pfd. . . | 7 | 4 |
| 4 Varas kupferne Drahtsiebe zu den Pochgittern à 2 Pesos für 1 Vara . . . . . | 8 | — |
| Thierhäute zu Riemen und Nägel zum Befestigen der Siebe und Umwickelung der verschiedenen Theile . . . . . | 6 | 2 |
| Arbeitslohn zum Verrichten und Aufschlagen des Pochwerks und Ingangstellung der ganzen Vorrichtung . . . . . | 174 | 4 |
| Summa der Kosten zum Neubau eines 6stempeligen Pochwerks . . . . . | 736 | — |

Die Kosten des Neubaues eines 9stempeligen Pochwerks nebst der Rofskunst nach der Construction in Fig. 10 und 11 betragen:

| *A.* Für die Rofskunst. | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| Die im Ganzen 60 Varas langen starken Nadelholzbalken zu der stehenden Welle, der Pochwerkswelle und dem liegenden Balken *Z*, à 1½ Quadrat Varas, zu 2 Pesos die Vara . | 120 | — |
| 25 Stück starke Treff zu den Radarmen und dem Schwengel à 1½ Pesos . . . . . | 37 | 4 |
| 40 Stück Krümmlinge zu den Kränzen des Kammrades und des Getriebes à 1¼ Pesos das Stück | 50 | — |
| 120 Stück Kämme und Triebstöcke zu 1 Real das Stück . . . . . | 15 | — |
| 2 Stück eiserne Zapfen zur liegenden und 1 Stück zur stehenden Welle nebst Pfannen und Ringen, zusammen 50 Pfd. à 2 Reales das Pfd. | 12 | 4 |
| Arbeitslohn zum Zurichten und Aufschlagen des Rofswerks überhaupt . . . . . | 120 | — |
| Baukosten des Rofswerks . . . | 355 | — |

| *B.* Das Pochwerk. | | |
|---|---|---|
| Eine Pochsohlenschwelle von 3½ Vs. Länge ¾ Vs. im Gevierte von Nadelholz . . . . | 25 | — |
| 6 Stück starke Brretter zu 3½ Vs. Länge zum Belag um die Pochsohlen . . . . . | 9 | — |
| 25 Stück eichen und tannen Treff zu den Pochstempeln, Queer- und Längenriegeln und 24 Däumlinge zu den Hebeköpfen à 4 Reales . | 13 | 4 |
| und zu den Säulen des Pochstuhls zu 1½ Pesos das Stück . . . . . | 37 | 4 |
| 9 Stück Pocheisen nebst Ringen jeder 120 Pfd. à 20 Pesos das Stück . . . . . | 180 | — |
| Zwei Stück kupferne Pochsohlen von 120 Pfd. à 100 Pesos . . . . . | 200 | — |

| | |
|---|---|
| 5 Stück rohe Häute zu den beiden Pochsieben und zu Riemen zur Befestigung der einzelnen Theile; im Ganzen für . . . . . | 12 — |
| Für das Zurichten und Ausbauen der ledernen Pochsiebe und zu ihrer Befestigung . . . | 6 — |
| Arbeitslohn zum Zurichten und Aufschlagen des Pochwerks . . . . . | 140 — |
| Mithin im Ganzen die Baukosten eines doppelten neunstempeligen Pochwerks . . . | 978 — |

### 5. Erzmühlen. (Arastres oder Tahonas) zum Mahlen und Anquicken der Silber- und Golderze. Fig. 12, 13, 14 & 15.

Von allen in den mexikanischen Zugutmachungsanstalten üblichen Vorrichtungen, erscheint wohl keine von so abweichender Construction als die Erzmühlen; denn nicht allein, daß die zu ihrer Bewegung angewendeten Kräfte sich nach den, jeder Gegend eigenthümlichen Ortsverhältnissen richten, so weicht auch die Art und Form der Mahlvorrichtungen von allen bisher beim Bergbau angewendeten ganz ab, da weder vertikale noch horizontale, um ihre Achse sich bewegende Läufer, sondern mehrere durch Schnüre an einem Spindelbaum befestigten Steine, welche über den gepflasterten Boden eines vertieften Mahlraums im Kreise herumgeschleppt werden, das Mahlen verrichten.

Obschon diese Erzmühlen in den südlichen Revieren in einzelnen Fällen durch oberschlächtige Wasserräder, und durch ein damit verbundenes Kammrad mit Getrieben in Bewegung gesetzt werden, so zieht man im Allgemeinen doch der Anwendung der horizontalen Laufgräder zu ihrer Bewegung vor.

Bei Bergwerksunternehmungen in den südlichen Revieren, wo die Erzgewinnung einen nachhaltigen reichen Ertrag sichert, sind deren oft eine große Anzahl, in ver-

rassenförmigen Abstufungen, mit gemauertem Druckwasserbehälter und überwölbter Radstube, mit grofsem Kostenaufwand aufgeführt, wie z. B. in dem Amalgamirwerke zu Regla bei Real del monte.

Da, wo der Betrieb geringer, der Ertrag und die Ausbeute unbestimmter sind, werden diese Erzmühlen in einer Reihenfolge an den Gebirgsabhängen im Freien ohne allen Schutz aufgeführt, und es wird dabei der durch hölzerne Pfähle gebildete Mahlraum, in der Mitte eines hölzernen Gerüstes angelegt. Ein hängendes horizontales Wasserrad umgiebt den Mahlraum, und es empfängt seine Wasser aus einem stark geneigten Aufschlaggerinne. Diese vorzüglich in den südlichen Bergwerksrevieren noch in Anwendung stehenden Erzmühlen Fig. 12 und 13 werden Arastras genannt. Sie sind allenthalben ohne besondere Bedachung nahe bei den Zugutmachungsanstalten angelegt, so dafs der fertig gemahlene Erzschlamm durch Abzuggerinne dem Amalgamirplatz zugeführt werden kann.

Weit wichtiger sind diese Erzmühlen für die Zugutmachung der silber- und goldhaltigen Erze der nördlichen Bergwerksreviere, denn während im Süden nur ausnahmsweise einige Erze auf Mühlen gemahlen werden, kommen im Norden alle Erze, ohne Ausnahme, welche amalgamirt werden, nachdem sie trocken gepocht sind, zur Erzmühle. Diese werden durch Maulthiere bewegt und führen den Namen Tahonas. In manchen Revieren dienen die durch Thiere bewegten Erzmühlen auch als Anreibungsgefäfs, um den Goldgehalt, wie z. B. in der Gegend von Zimapan, im Staate von Mexico, aus den Golderzen oder wie in Guanaxuato aus den goldhaltigen Silbererzen durch Anreiben oder Verquickung zu ziehen, indem das nöthige Quecksilber und sonstige Zuschläge während des Mahlens dem Erze zugesetzt werden. Bei der aufserordentlichen grofsen Masse von Silbererzen, welche in den nördlichen Staaten durch die mit Maulthieren bewegten Erzmühlen zu der

Amalgamation vorbereitet werden, giebt man denselben, ungeachtet der Gröfse des zur Unterhaltung der Thiere nothwendigen Kostenaufwandes, vor allen andern Erzmühlen den Vorzug. Sie sind entweder einfach, wobei in einem kleinern Mahlraume nur zwei Laufsteine durch ein Thier bewegt werden, oder doppelt, wobei sich am Kreuze des Spindelbaumes vier Mahlsteine in einem gröfseren Raume befinden, welche durch zwei neben einander an einem Deichselbaum angespannten Maulthiere bewegt werden. Erstere heifsen Tahonas, letztere aber Tahonas de marca und sind Fig. 14 und 15 im Grund - und Aufrifs dargestellt.

Die Hauptheile woraus diese Erzmühlen, sowohl in den nördlichen wie in den südlichen Revieren, bestehen, sind in Fig 12, 13, 14 und 15 dargestellt.

Der für alle dortige Erzmühlen gleichförmig im Boden angebrachte Mahlraum (Tasa) *M* Fig. 14, 15 hat, je nachdem derselbe einfach oder doppelt ist, einen Durchmesser von 3 oder $3\frac{3}{4}$ Varas (8 oder $9\frac{1}{2}$ Fufs) und eine Tiefe von $\frac{1}{2}$ Vara. Der Boden ist gepflastert und bedient man sich zu diesem Pflaster 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs starker Steine von Porphyr, gewöhnlich abgenutzte Läufer, welche auf eine Unterlage von wasserdichtem Thon aufgesetzt sind. Der äufsere Umfang des runden Mahlraums wird entweder mit dünnen Steinplatten (Duelas) oder mit 2 Zoll starken breiten hölzernen Pfählen (Tablas) eingefafst. An den Mühlen, wobei der Angriffspunkt der bewegenden Kraft über dem Mahlraum liegt, Fig. 13, 14 und 15 ist im Mittelpunkt des geflasterten Bodens ein hervorragender runder Stein — oder Holzblock (Sepo) eingesetzt, auf welchem der Spindelzapfen der stehenden Welle *C* in einer gestählten Pfanne läuft. Die stehende Welle ist bei allen Erzmühlen an ihrem obern Ende als Zapfen abgerundet, und bewegt sich dort in einem hölzernen Zapfenschlofs *B*, wie bei dem weiter oben beschriebenen Pferdegöpel. Sowohl in

den südlichen als in den nördlichen Revieren sind an dieser stehenden, zweimal durchlochten Welle, 1 Vara oder etwa 3 Fufs über dem gepflasterten Boden, zwei Queerhölzer *kk* gezogen, welche ein Kreuz von gleicher Schwengellänge in der Gröfse des Durchmessers des Mahlraumes bilden, und zur Befestigung der anzuhängenden Mahlsteine oder Läufer dienen. Diese Läufer bestehen aus vierkantigen Porphyrblöcken, sie sind in Fig. 14 *t* in gröfserem Maafsstabe angegeben und werden Metapiles de mano genannt. Zu diesen Läufern werden immer die härtesten Steinarten in der Nachbarschaft der Zugutemachungsanstalt genommen, weshalb man in vielen Revieren des Südens unförmliche Rollsücke dazu benutzen mufs, denen nur durch den Gebrauch eine ordentliche Fläche zum Mahlen gegeben wird. In den nördlichen Revieren bei Guanaxuato, Zacatecas, Durango u. s. w. gewähren jedoch die festen und regelmäfsig zerklüfteten Porphyre gut geeignete Steinblöcke zu Mahlsteinen, welche hier auf 32 Zoll Länge, 24 Zoll hoch und breit genommen werden. Jeder Laufer stein erhält 2 runde, 3 Zoll tiefe Löcher, welche in einem Abstand von 6 bis 8 Zoll von den beiden Kopfenden unter einer Neigung von 45° in den Stein gebohrt werden, und zur Aufnahme der 1 Zoll starken hölzernen Nägel (Palotes) *n* Fig. 14 bestimmt sind, womit die Mahlsteine durch starke Aloëstricke an die Kreuzarme *kk* der stehenden Welle angehängt werden.

Bei den durch Wasserkraft bewegten Erzmühlen, befindet sich das horizontale Löffelrad entweder unterhalb des auf der überwölbten Radstube angebrachten Mahlbehälters wie Fig. 12 zeigt, oder es sind zur Befestigung des grofsen horizontalen Löffelrades über dem Mahlraume, in der stehenden Welle *C* die Kreuzarme *R* Fig. 13 befestigt, welche vermittelst der Hängeriegel *r* den Radkranz mit den Löffeln tragen. Die Vorrichtung zur Bewegung der Erzmühlen durch Thierkräfte in den nördlichen Revieren

besteht in einzelnen Fällen aus einer ähnlichen Rofskunst, wie bei den Pochwerken. Eine solche Vorrichtung mit doppeltem Getriebe ist in Fig. 14 angegeben. Den Vorzug giebt man indessen allgemein der in Fig. 15 dargestellten Vorrichtung.

Bei dieser Vorrichtung ist der Schwengel *R* unmittelbar über dem Kreuze angebracht, welches zur Befestigung der Läufer oder Mahlsteine dient, und durch Stricke oder lederne Rieme an demselben befestigt.

Das zu dieser Vorrichtung erforderliche Gerüste besteht aus zwei aus Lehmpatzen aufgeführten Mauerpfeilern, worin der Queerbalken *A* mit seinen hölzernen Zapfenkloben *B* so hoch über der Rennbahn eingemauert ist, dafs die Maulthiere sich darunter frei bewegen können. Häufig liegen die Queerbalken *A* auch unmittelbar in den Mauern, welche das Gebäude, worin sich die Erzmühlen befinden, tragen.

Bei den gröfsern Erzmühlen dieser Art, welche mit dem Namen Tohonas de marca bezeichnet werden, hat die Rennbahn 8 Varas Durchmesser, in welcher zwei mit Augenblenden versehene Maulthiere zusammengespannt sind. Man findet in manchen Amalgamirwerken 40 bis 100 solcher Erzmühlen regelmäfsig geordnet, in einem, den offenen Amalgamirplatz umgebenden, mit einem platten Dach gedeckten Gebäude. Die Behandlung beim Mahlen der Erze auf diesen Mühlen ist im ganzen Lande dieselbe, und zwar folgende. Nachdem der am vorigen Tage gemahlene Erzschlamm aus dem Mahlraume entfernt worden ist, wird jeden Morgen das zu einem groben Korn gepochte Erz in dem Mahlraum aufgegeben, mit wenigem Wasser angefeuchtet und die Erzmühle sodann in Bewegung gesetzt. Zu Anfang finden die Läufer so viel Widerstand, dafs die Mahlknechte, sowohl bei den durch Wasserkraft wie auch bei den durch Thiere bewegten Erzmühlen, während der ersten Umgänge durch Drücken am Schwengel behülflich

sein müssen. So wie die Erzgraupen sich abrunden und ein gleichförmigeres Korn entsteht, erleichtert sich die Bewegung. Indem man vor und nach Wasser zugiefst, vermehrt sich die Geschwindigkeit der Läufer und die Feinheit des Schlammes bis am Abend, wo das letzte Mahlwasser hinzugegossen wird und gegen 9 oder 10 Uhr das Erz die erforderliche Feinheit des Kornes erreicht, d. h. sich in einen ganz feinen Erzschlamm verwandelt hat. Dieser Schlamm wird erst am nächsten Morgen ausgeschöpft oder nach vorheriger Verdünnung durch Wasser abgelassen, wozu in einigen Zugutmachungsanstalten Seitenöffnungen mit Schutzbrettern in der Umfassung des Mahlraums angebracht sind.

Die mit kleinen Horizontal-Rädern betriebene Mahlvorrichtung, Fig. 12, in den Amalgamirwerken von Regla bei Real del Monte, zu Chico und Pachuca, arbeiten unter einer Wasserdruckhöhe von 3 Varas, wobei der Wasserstrahl durch die Seitenöffnung *a* am Boden des Wasserbehälters von 4 Zoll Querschnitt ausströmt, und auf das $5\frac{1}{3}$ Varas im Durchmesser haltende Löffelrad *s* einstürzt.

Um den Wasserspiegel im Behälter auf gleichem Niveau zu erhalten, sind 70 Cubikfufs Aufschlagewasser in der Minute erforderlich, wobei gleich zu Anfang beim Aufgeben der grob zerkleinerten, in Quarz und Kalkspath eingesprengten Erze das Wasserrad kaum $2\frac{1}{2}$ Umgänge in der Minute macht. So wie jedoch die scharfkantigen Erzstücke sich abrunden und das Korn feiner wird, nimmt die Geschwindigkeit bis zu 10 Umgängen in der Minute zu, und es werden in 12 Stunden mit 2 Mahlsteinen 10 Centner oder in der Woche à 6 Arbeitstage 60 Centner Erz zu feinem Schlamm gemahlen. Die in den Zugutmachungsanstalten zu Tlalpujahua und Angangueo üblichen Erzmühlen Fig. 13 mit freiem Wasseraufsturz auf das um den Mahlraum sich bewegende 8 Varas grofse Löffelrad, erfordern 110 bis 120 Cubikfufs Wasser in der Minute. Hierbei macht das

Rad im Anfang beim Aufgeben der rohen Erze in die Mühle nur 2 Umgänge in der Minute, später aber, so wie das Erzkorn gleichförmiger wird, nimmt die Geschwindigkeit zu und steigt bis zu 5 bis 6 Umgängen in der Minute.

In diesen Erzmühlen werden in 18 Stunden Zeit 12 bis höchstens 15 Centner, also in 6 Arbeitstagen 72 bis 90 Centner ungeröstetes Erz zu feinem Schlamm gemahlen. Ein grofser Theil der dortigen schwefelkiesreichen Erze wird vor dem Mahlen in offenen Haufen mit Holzkohlen geröstet und von diesen gerösteten Erzen, in dem angegebenen Zeitraume von 18 Stunden, ein Quantum von 18 Centner gemahlen. Die in den Bergwerksrevieren von Guanaxuato und Zacatecas gut construirten und gut unterhaltenen Tahonas ergeben folgende Leistungen. Zu Anfang wird das auf den Trockenpochwerken rösch gepochte Erz nur in kleinen Quantitäten aufgegeben. Alsdann macht sowohl die mit einem Maulthier wie auch die gröfsere mit zwei Thieren bespannte Erzmühle nicht mehr als 2 Umgänge in der Minute, wobei während der ersten zwei Stunden die Maulthiere alle Viertelstunden mehre Minuten ausruhen. Später nimmt die Geschwindigkeit aber immer zu, bis dieselbe am Nachmittage 4 Umgänge in der Minute erreicht, wobei bis zum Abend fortgearbeitet wird.

Die bei den Erzmühlen übliche Arbeitszeit ist von Morgens 4 Uhr bis 9 Uhr Abends, wovon im Durchschnitt zwei Stunden abgehen, um den gemahlenen Erzschlamm vom vorigen Tage auszuschöpfen, die Mühlen zu reinigen, neues Erz aufzugeben, mit frischem Wasser anzufeuchten und die Thiere alle 3 Stunden ab- und anzuspannen und in Gang zu bringen, so dafs nur 16 Stunden eigentliche Mahlzeit für jede 24 Stunden übrig bleiben.

In dieser Zeit werden:

*a*) bei den kleinen Mühlen mit einem Maulthiere nur 25 Centner wöchentlich,

*b*) bei den gröfsern Erzmühlen Fig. 14 aber 8 Centner täglich oder 48 Centner wöchentlich und

*c*) bei den doppelten Erzmühlen mit zwei Maulthieren (Tahona de marca) Fig. 15 10 bis 12 Ctr Erz täglich, oder 60 bis 72 Ctr. wöchentlich gemahlen.

Die gesammten Kosten für das Mahlen von 30 Cargas oder 90 Centner Erz in den vorbeschriebenen Mühlen Fig. 12 und 13 betragen wöchentlich, wenn der Mahlknecht zwei grofse oder 3 kleine Mühlen besorgt:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Für den Mahlknecht, der das Röscherz aufgiebt und den Schlamm zum Amalgamirplatz besorgt . . . . . | 1 | 4 |
| 2) für Abnutzung der Mahlsteine, Reparatur an Wasserschaufeln und Wasserleitung . . . . | 1 | 5 |
| 3) für Stricke, Wassergefäfse und Schmiere nebst hölzernen Nägeln . . . . . | — | $3\frac{1}{8}$ |
| 4) An Zinsen des Anlagecapitals für das Holzwerk der Vorrichtung, ohne Berücksichtigung des Mauerwerks . . . . . | — | $1\frac{7}{8}$ |
| Summa der wöchentlichen Kosten . . | 3 | 6 |

Hiernach ergiebt sich im Durchschnitt bei den Erzmühlen im Süden auf jede Carga oder 3 Ctr. Erz 1 Real oder für den Centner $\frac{1}{3}$ Real Unkosten.

Zum Betrieb einer doppelten Erzmühle (Tahona de marca) sind fünf Maulthiere erforderlich, indem alle 3 Stunden 2 und 2 Maulthiere in der Arbeit abwechseln und immer ein Reservethier für jede Mühle gehalten wird. Diese Thiere arbeiten von Morgens 6 Uhr bis Abends 9 bis 10 Uhr, also jedes Paar Maulthiere 8 Stunden täglich. Für 6 Mühlen sind zwei Mahlknechte angestellt, die sich gegenseitig unterstützen, wovon aber jeder insbesondere für 3 Mühlen verantwortlich ist.

Dieselben bringen das gepochte Erz in ledernen Säkken zu ihren Mühlen und den gemahlenen Erzschlamm in

Fässern zum Amalgamirplatz, besorgen das Aus- und Anspannen der Zugthiere, schaffen die Läufer zur Stelle, bohren in dieselben die Löcher zu den hölzernen Nägeln, befestigen letztere und halten das Mahlzeug im Stande.

Für den bei anhaltender Arbeit alle 9 Monate zu erneuernden Boden des Mahlraumes werden diesen Arbeitern jedesmal 2 Pesos besonders vergütigt. Es betragen daher die wirklichen Kosten einer dieser Mühlen wöchentlich:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Für die Unterhaltung von 5 Maulthieren, jedes zu 10 Reales wöchentlich . . . . . | 6 | 2 |
| 2) Für jedes Maulthier an Aufsichter, Hüter-Stallknechtlohn 1 Real wöchentlich . . . . . | — | 5 |
| 3) Für Mahlknechtswochenlohn . . . . . | 1 | 4 |
| 4) Für Mahlsteine, deren in jedem Jahre 25 Stück, à 2 Pesos das Stück, bei jeder Mühle verbraucht werden, nebst 2 Pesos für die jährliche Herstellung des Mühlenpflasters, mithin wöchentlich . . . . . | 1 | — |
| 5) Für Schnüre, rohe Häute, Bespannung und Lichter wöchentlich . . . . . | — | 3¼ |
| 6) Verbrauch der Maulthiere, 5 Stück in 8 Jahren zu 30 Pesos jedes und die Abnutzung der Mahlvorrichtung, zusammen wöchentlich | — | 2¾ |
| Summa der wöchentlichen Kosten . . | 9 | 1 |

wofür im mittleren Durchschnitt 60 Centner Erz gemahlen werden. Es kostet mithin jeder Centner etwa 1½ Real oder ⅛ Real mehr wie auf den Erzmühlen mit Wasserkraft im Süden.

Die Kosten des Neubaus einer durch Wasser bewegten Erzmühle, Fig. 13, berechnen sich auf folgende Beträge:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Der Mahlraum. Das Vorrichten des Platzes zum Aufstellen und zur Vorrichtung des Mahlraumes mit starken Pfählen und einem trockenen Steindamm, die Anfertigung des Mühlenpflasters, das Einsetzen und Einrichten des Auffallgerinnes, im Ganzen . . . . | 43 | 4 |
| 2) Das Radgerüste. Hierzu sind erforderlich 20 Varas lange Balken zu ½ Varas im Quadrat; für den Vara 1 Pesos . . . . . | 20 | — |
| 3) Die Mühlenwelle. Eine 4 Varas lange eichene Welle, zu 1½ Pesos für die Vara . . . . | 6 | — |
| 4) Die Radarme und Schwengelhölzer der Mahlsteine, 10 Stück eichene Treff zu 2 Pesos . | 20 | — |
| 5) Das Wasserrad aus sechs Kranzstücken von Eichenholz, zu 2½ Pesos . . . . . | 15 | — |
| 6) Die Löffelschaufeln, 130 Stück zu 1½ Real das Stück . . . . . | 24 | 3 |
| 7) Das Aufschlaggerinne von 6 Varas Länge und ½ Varas lichter Weite; zu 6 Reales die Vara | 4 | 4 |
| 8) Der eiserne Spindelzapfen nebst Band und gestählter Pfanne, zusammen 12 Pfd., à 2 Reales für das Pfd. . . . . | 3 | — |
| 9) An Arbeitslohn für das Vorrichten, Zusammenfügen und Aufschlagen der ganzen Mahlvorrichtung . . . . . | 80 | — |
| Summa . . | 216 | 3 |

Was die Baukosten für die mit Druckwasser und gemauerten Radstuben vorgerichteten Erzmühlen Fig. 12 betrifft, so betragen dieselben, ungeachtet der geringeren Auslagen an Holz- und Zimmerarbeiten, im Ganzen 80 bis 90 Pesos mehr, wegen des Mauerwerks, und selbst dann, wenn mehre derselben zugleich erbaut werden, rechnet man im Durchschnitt 300 Pesos Baukosten für jede Mühle.

Die Kosten des Neubaus einer durch Maulthiere bewegten doppelten Erzmühle in den nördlichen Revieren (Tahona de marca) Fig. 15 betragen:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Die Anfertigung des Mahlgefäfses . . . | 6 | — |
| 2) Die Steinplatten zur Umfassung der Mühle, 36 Stück à 1½ Pesos das Dutzend . . . . | 4 | 4 |
| 3) Die Bodensteine, 8 Stück zum Pflastern des Mahlraumes, zu 2 Pesos . . . . . | 16 | — |
| 4) Die Laufersteine, 4 Stück zu 2 Pesos . . | 8 | — |
| 5) Die Pfannenunterlage von Stein in der Mitte des Mahlraumes à 2 Pesos . . . . . | 2 | — |
| 6) Der Querbalken zu der Rüstung des obern Zapfenlagers von 10 Varas Länge, ½ Varas im Gevierte . . . . . | 6 | — |
| 7) Die stehende Welle, ein 3 Varas langes Balkenstück ½ Vara im Gevierte . . . . . | 2 | — |
| 8) Der Deichselbaum und die Kreuzarme für die Maulthiere und Mahlsteine 2 Stück, das Stück 1½ Pesos . . . . . | 3 | — |
| 9) Der stehende Wellzapfen nebst Ring und gestählter Pfanne, zusammen 12 Pfd. Gewicht, à 2 Reales das Pfd. . . . . | 3 | — |
| 10) An Arbeitslohn für das Zurichten und Aufschlagen der Vorrichtung, nebst den ledernen Riemen zur Verbindung . . . . . | 30 | — |
| Summa der Baukosten nebst Material | 80 | 4 |

Die einfache Erzmühle, welche nur 2 Mahlsteine hat und mit einem Maulthiere betrieben wird, kostet dagegen im Durchschnitt nur 70 Pesos.

### 6. Mexicanische Amalgamirwäsche. (Lavadero) Fig. 16, 17 und 18.

Die mexicanische Amalgamirwäsche wird zum Waschen des bei der Amalgamation der Erze in freiliegenden Hau-

fen erhaltenen Amalgames oder zur Absonderung des Erzschlammes von letzterem benutzt.

In den südlichen Revieren bedient man sich hierzu vorzugsweise der liegenden Heerde, Fig. 16, auf welchen durch eigene Arbeiter (Lavadores) die Absonderung des Amalgames von den Schlämmen geschieht, während in den nördlichen Revieren tiefe runde Behälter (Tinas), ein Röhrenwerk durch Wasser oder Thiere bewegt, hierzu benutzt werden. Zu beiden Vorrichtungen, welche allenthalben nahe bei dem Amalgamirplatze sich befinden, sind die Abflufsgerinne (Canoas del Lavadero) in der Art, wie die Mehlführung bei nasser Aufbereitung der Erze, zusammengesetzt, um die in der Waschtrübe befindlichen Erzschliche und die fein zerschlagenen Quecksilber- und Amalgamtheile aufzufangen und von den leichtern Schlämmen zu sondern, bevor sie in die freie Fluth gehen. Diese Waschvorrichtung der südlichen Bergwerksreviere, Fig. 16, besteht aus dem 8 bis 9 Fufs über dem Boden des Amalgamationsplatzes auf einem Mauerpfeiler liegenden viereckigen Waschheerde *H* (Mesa) von 7 Fufs Quadrat, welcher ringsum einen Rand von 12 bis 15 Zoll aus 3zölligen Bohlen hat und wasserdicht zusammengefügt ist.

Das dazu erforderliche Waschwasser wird durch ein Gerinne *g* herbeigeführt, welches 4 Fufs höher wie der Waschheerd liegt, mehrere Seitenöffnungen *ll* hat, und in eine viereckige trichterförmige Lutte *g* (siflon de agua) ausmündet, deren untere Oeffnung bis auf die Mitte des Waschtisches *H* reicht. Von letzterm führt grade unter der Lutte *g'* eine andere ebenfalls trichterförmige Lutte *j* (siflon de lama) bis auf den Heerdboden, so dafs auf dem Tisch, zwischen der untern Mündung der obern, und der obern Mündung der untern Lutte, ein Zwischenraum von 2 Zollen frei bleibt.

Der diesem Waschtische zur Unterlage dienende Mauerpfeiler ist nach der Seite der Abflufsgerinne hin bis unter

die Mitte des Waschheerdes überwölbt, und enthält 6 Fuß unter dem Heerdboden einen in Stein ausgehauenen Behälter *K* (Pila), in welchen die von der Mitte des Waschtisches herabgehende Lutte *J* ausmündet.

Auf der vordern Seite des steinernen Behälters befindet sich eine zweite kleinere Vertiefung *K* (Pileta), welche an das Ablaufgerinne *F* (Canoa del Lavadero) oder an die eigentliche Mehlführung stößt.

Eine solche Mehlführung *β* hat nicht selten 250 bis 300 Fuß Länge und mündet dann noch stets in einen Sumpf.

Um das Niederschlagen und Anfangen der reichen Waschabgänge in der Mehlführung zu befördern, sind die Gerinne nicht nur mit Querfurchen von 3 Zoll Breite und ½ Zoll Tiefe — Fig. 16, *F* — sondern auch in Abständen von 10 bis 15 Varas mit kleinen Zwischenbehältern *k k* von Holz (Escamas) oder von Stein (Pilatas) versehen. Der Abstand der kleinen Sammelkasten *k k* nimmt mit ihrer Entfernung vom Waschheerde zu und ebenso vergrößert sich auch ihre Neigung oder Gefälle, je mehr sie sich dem Sumpfe nähern. Das Gefälle beträgt zu Anfang aber $\frac{1}{100}$, am Sumpfe aber $\frac{1}{10}$ der Länge der Mehlführung.

Das Verwaschen des Amalgamirhaufwerks auf denen liegenden Heerden geschieht in folgender Weise. Die Erzschlamme, welche der Amalgamation unterworfen werden sind, werden auf den Waschtisch *H* gebracht und dort durch einen oder mehre Arbeiter unter dem Zufluß des aus den Seitenöffnungen *H* der Lutte *g* strömenden Wassers mit den Füßen und hölzernen Schaufeln zu einem flüssigen Brei vorbereitet. Der auf diese Weise auf dem Heerde verdünnte Schlamm fließt durch die in der Mitte des Bodens angebrachte Lutte *j* in den Amalgambehälter *k*, indem aus der über dem Heerde sich befindenden Lutte *g'* reines Waschwasser zufließt, welches den Schlamm noch mehr

verdünnt und die Concentrirung der Amalgamtheile und ihre Scheidung von dem Erzschlamm befördert.

Obschon das verdünnte Schlammwasser den gröfsten Theil des Quecksilbers und Amalgames in den beiden ersten Behältern *kk* zurückläfst, so führt die rasch überströmende Waschtrübe doch immer noch einige ganz feine Theile davon, nebst den leichtern Erzschliechen, auf eine weite Strecke in der Mehlführung mit sich fort.

Um das Auffangen dieser fein zerschlagenen, häufig auf der Oberfläche der Waschtrübe durch die Mehlführung fliefsenden Quecksilber- und Amalgamtheile noch mehr zu befördern, wird reines Quecksilber in die kanelirten Gerinne gebracht und indem man dasselbe durch Leinewand preſst, darin fein zerstreut.

Aus dem am Ende des Waschgerinnes angebrachten Sumpfe wird, aufser reichen Erzschliechen bei dem Concentriren derselben, auch noch einiges Amalgam gewonnen *).

Auf diesen liegenden Waschheerden können 300 Ctr. Amalgamirschlämme durch drei eingeübte Arbeiter in 12 bis 14 Stunden verwaschen werden, wobei zwei Wäscher (Lavadores) auf dem Heerde selbst das Umrühren besorgen der dritte aber die Schlämme zuträgt.

Die Gesammtkosten zum Verwaschen dieser 300 Ctr. betragen im Staate von Mexico und Valladolid $7\frac{1}{2}$ Pesos, mithin für 20 Centner $\frac{1}{2}$ Pesos oder 4 Reales.

Noch bis zur letzten Zeit bestand in den südlichen Revieren ein Vorurtheil gegen alle anderen mechanischen Vorrichtungen zum Waschen der amalgamirten Erze, indem

*) Im Jahre 1827 wurden in Atotonilco el chico durch den Deutsch-Amerikanischen Bergwerksverein die ersten Stofsheerde nach Kärntner Art erbaut und Versuche mit Rückständen aus alten Sümpfen von Amalgamirwäschen damit angestellt. Bei diesen Versuchen wurden täglich mehre Loth Silberamalgam, auf den Stelltafeln der Heerde gesammelt, und einige Ctr. Schliche von 14löthigem Silbergehalt beim Waschen erhalten.

man behauptete, daſs der Quecksilberverlust weit größer in den dazu üblichen Röhrgefäßen, als auf dem vorbeschriebenen liegenden Heerde sei, weshalb auch in manchen der südlichen Amalgamirwerke zur Seite dieser Heerde unbenutzte Röhrenwerke gefunden werden.

Die Vorzüge der Röhrwerke für das Verwaschen der amalgamirten Erzschlämme hat man indessen in den nördlichen Revieren hinreichend und dort bei dem weit großartigeren Berg- und Hüttenbetrieb schon früher erprobt und die kostspieligen Handarbeiten der vorgeschriebenen Waschheerde durch mechanische Hülfsmittel zu ersetzen gesucht.

Von den verschiedenen mir in den nördlichen Staaten zu Gesicht gekommenen Waschvorrichtungen sind die in Fig. 17. u. 18. dargestellten die bemerkenswerthesten und dort noch am häufigsten in Anwendung. Ihre Größe und Anzahl richtet sich nach der Menge der vorbeschriebenen Erzschlämme, welche das Amalgamirwerk beschäftigt.

Der in Fig. 17. dargestellte Apparat ist aus mehren freistehenden unter einander verbundenen Bütten 1. 2. 3. (Tinas de madera) von Holz, in welchen sich die Rechen *aa* an der stehenden Welle *bb* zum Umrühren befinden, zusammengesetzt; oder er besteht wie in Fig. 18. aus einzelnen runden von Hausteinen gemauerten Behältern (Tinas de Cal y canto) *gg*, die entweder ganz oder theilweise unter dem Boden liegen. Die erstern sind vorzugsweise im Staate und in der Umgebung der Stadt Guanaxuato im Gebrauch, wo dieselben auch zuweilen nur aus zwei Böden bestehen und durch Maulthiere bewegt werden, deren Rennbahn bald oberhalb bald unterhalb der Waschvorrichtung angebracht sind. Die oben 5 Fuß weiten, 6 Fuß hohen mit eisernen Reifen beschlagenen Bütten Fig. 17. No. 1. 2. 3. sind oberhalb durch die Gerinne *cc* verbunden, wodurch die Waschtrübe von einer zur andern frei durchfließt. Während das umgebende Röhrwerk nur den schwereren Metall- und Erztheilen des Niederschlages ge-

stattet, erhält dasselbe die leichteren Schlammtheile schwebend im Waschwasser, das aus der oben erwähnten Mehlführung zufliefst. Jeder dieser Waschbehälter ist mit einem Gerinne *g* versehen, wodurch frisches Wasser zugelassen werden kann. Dabei haben dieselben zur Seite 3 bis 4 mit Stopfen verschlossene Löcher *l l* (Descargaderos), durch welche während und nach Beendigung des Waschens die in der Bütte sich ansammelnden Erzschlämme abgezogen werden und einem besondern Behälter oder Sumpfe zufliefsen. Der Boden der Bütten ist in der Mitte mit einer rundum zulaufenden schwachen Vertiefung zum Ansammeln des Amalgams versehen. Die eigentliche Schlammverdünnung, welche bei dem Verwaschen auf dem liegenden Heerde durch die Arbeiter verrichtet wird, geschieht bei den Rührwerken in den Bütten No. 1. durch den in denselben befindlichen Rechen *a a*, welcher durch das Getriebsverhältnifs mit einer gröfsern Geschwindigkeit umgeht.

Um die Bewegung des Rührwerks in den Bütten zu bewirken, geht durch die mittlere derselben Fig. 17. eine stehende Welle *b* oder steht auch wohl da, wo die Bütten unter der Rennbahn liegen, in derselben. An dem untern Ende hat diese Welle einen zweiarmigen Schwengel *d* zur Bespannung mit Maulthieren; an dem obern Ende ein Kammrad, welches in die beiden Stirnräder eingreift, die auf den in den beiden äufsern Bütten befindlichen stehenden Wellen *b* und *b''* befestigt sind. Durch Aushängen eines Stirnrads oder der beiden Stirnräder zugleich, kann nach Erfordern die Arbeit in einer oder auch in beiden äufsern Bütten eingestellt werden.

Das in Fig. 18. angegebene Waschwerk, welches aus einem einzelnen grofsen runden Behälter mit einem starken Kreuzrührer besteht, steht vorzugsweise in den nördlichen Staaten in Anwendung. Seine Gröfse ist sehr verschieden und bald für 1 oder 2, bald für 3 oder 4 und mehr Maulthiere eingerichtet.

Die in Fig. 18. dargestellte Waschvorrichtung ist der Zugutemachungs-Anstalt von Sauceda bei Zacatecas entnommen, deren dort während der Jahre 1829 bis 1834 zwei in Anwendung waren. Diese wegen ihrer Gröfse Lavaderos de marca benannten Amalgamir-Wäschen bestehen aus einer Küfe aus Mauerwerk *K*, deren Durchmesser oben 4 Varas, im Boden aber 3¼ Varas hat; ihre Tiefe beträgt 2¼ Varas, wovon 1¼ Varas unterhalb und 1 Vara oberhalb des Bodens des Waschhauses stehen.

Der Neubau dieser massiven Behälter wird durch den grofsen Bodenstein sehr kostbar, der zur Vermeidung eines möglichen Quecksilber- und Amalgam-Verlustes aus einem einzelnen Stück dichter Steinmasse bestehen mufs. Dieser Boden ist von seinem Umfange nach dem Mittelpunkte hin um mehre Zoll vertieft. Die, die Ringmauer bildenden Werksteine müssen gut gefugt, vorsichtig verkittet und aufserdem in der Sohle mit feiner Leinwand gekalfatert werden.

In diesem runden Behälter bewegt sich das Rührwerk *E* (Molinete), dessen 3¼ Varas lange stehende Welle am obern Ende mit einem Getriebe, am untern Ende mit einem starken Kreuze versehen ist, in dessen Armen auf jeder Seite fünf runde hölzerne Stäbe angebracht sind, die auf jeder Seite 2 Fufs hervorragen und mit ihren untern Enden 1 Fufs über dem Boden des Wäschbehälter entfernt bleiben.

In der Seitenmauer dieses Wäschbehälters befinden sich fünf 3zöllige runde Ausflufsöffnungen *LL* senkrecht über einander, welche mittelst hölzerner Pflöcke verschlossen sind und durch Oeffnen derselben zum allmähligen Ablassen der Waschtrübe in den Abzugkanal *F* (Carcamo) dienen. Der Abzugskanal besteht wie die Mehlführung der liegenden Heerde aus einem 3 Fufs breiten kanelirten Gerinne, welches mit seinen kleinen Zwischenbehältern aus Hausteinen zusammengesetzt wird, führt die Wasch-

trübe unter der Amalgamir-Anstalt her auf eine Entfernung von 350 Fufs nach den aufserhalb der Ringmauern der Amalgamirgebäude liegenden Sümpfen.

Die Bewegung dieser Wäsche wird durch Maulthiere vermittelst derselben Vorrichtung Fig. 18. bewirkt, womit auch die Pochwerke in Sauceda betrieben werden, wobei das zweite an der liegenden Welle angebrachte Stirnrad das Rührwerk durch das daran befestigte Getriebe umdreht.

Der zur Bespannung dieser Rofskunst auf beiden Seiten der stehenden Welle befindliche doppelte Schwengel *S* ist zu einer Bespannung von vier Maulthieren vorgerichtet, welche in einer Rennbahn von 9 Varas Durchmesser sich bewegen. Das dem Schwengel zunächst angebrachte Kammrad *A* zählt bei einem Halbmesser von 2¼ Varas 60 Stück Kämme und das von demselben bewegte Stirnrad *B* von 2¾ Varas Durchmesser hat 31 Getriebstöcke; das zweite Kammrad *C* über dem Waschbehälter aber erhält 27 Kämme und dessen Getriebe *D* zum Rührwerk 10 starke Triebstöcke.

Die vier für dieses Waschwerk besonders ausgewählten kräftigen Maulthiere werden je zwei an die beiden Enden des Schwengels gespannt und machen bei gewöhnlicher Geschwindigkeit 3½ bis 4 Umgänge in der Minute, so dafs der Rührer in demselben Zeitraum sich 31 Mal umdreht.

Zu Anfang der Operation, wo eine geringe Masse von zähen Amalgamirschlämmen aufgegeben und bei verschlossenen Abzugslöchern *LL* unter dem Zufluſs von frischem Wasser aus dem Gerinne *g* durch den Rührer zertheilt und zu einem flüssigen Schlamm vorbereitet wird, bewegen sich die Zugthiere mit der gröfsten Geschwindigkeit. Bei verschiedenen Gelegenheiten habe ich mich überzeugt, dafs bei dieser Arbeit die Maulthiere sich mit einer

Geschwindigkeit von 8¼ Umgängen in der Minute auf längere Zeit fortbewegten, worin auch wohl der Grund zu suchen sein mag, dafs diese obgleich besonders gut gepflegten Thiere kaum 3 Jahre bei der Arbeit in den Amalgamirwäschen ausdauern können. So wie die Auflösung und Verdünnung des Schlammes durch Zuflufs von Wasser und Umrühren erfolgt, vermindert man die Geschwindigkeit der Thiere bis auf 3¼ Umgänge in der Minute und verstärkt den Wasserzuflufs, um den schwereren Theilen der Schlämme Zeit zum Niederschlagen zu lassen, wobei die Abzugs etc. Oeffnungen *LL* allmählig von oben nach unten aufgeschlossen werden, um die Abgänge durch die Mehlführung (Carcamo) abzuführen.

Das Aufgeben von Amalgamir-Schlämmen wird alle halbe Stunde erneuert, wobei jedesmal 40 Ctr. Schlämme in den runden Waschbehälter eingeworfen werden. Das davon abgeschiedene Amalgam und die Schliecche läfst man bei dem wiederholten Aufgeben ruhig auf dem Boden der Wäsche sich ansammeln, bis man einen ganzen Erzhaufen (Torta), der in der Umgebung von Zacatecas gewöhnlich 800 Centner Silbererz enthält, verwaschen hat. Hierauf wird dann der auf dem Boden angesammelte Rückstand herausgenommen, und das Silberamalgam von den Erzschliechen gereinigt, wozu in dem Hüttenwerke Sauceda für die verwaschenen 800 Centner Schlämme ein Zeitraum von 12 Stunden, einschliefslich des Zeitverlustes von 2 Stunden mit der durch das Aus- und Anspannen der Zugthiere und sonstigem Aufenthalt erzeugt wird, erforderlich ist. Nur im höchsten Nothfalle wird dieses Verwaschen während der Nacht zur bessern Vermeidung von Entwendung des Silberamalgams vorgenommen.

Nach dem Vorherigen können in 6 Arbeitstagen der Woche 4800 Centner amalgamirtes Erz auf einer der vorbeschriebenen Vorrichtungen gewaschen werden, und es sind dazu erforderlich:

1) Ein besonderer Waschaufseher (Velador ò Capitan del Lavadero), welcher das Waschen und die Arbeiter beaufsichtigt.

2) 12 Maulthiere, die 4 zu 4 alle 3 Stunden eingespannt werden.

Die Kosten betragen mithin:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Für die wöchentliche Unterhaltung der besonders gut verpflegten 12 Maulthiere, jedes zu 11 Reales wöchentlich . . . . . | 16 | 4 |
| 2) Für den halben Lohn des Waschaufsehers, welcher zwei Wäschen zu beaufsichtigen hat, zu 7 Real für den Tag macht wöchentlich | 5 | 2 |
| 3) Für die Bespannung der Thiere, an Stricken, Leder und Wollenzeug, Transportgeräthschaften und Schmiere . . . . . | 1 | — |
| 4) Alle 3 Jahre müssen 12 Stück neue Maulthiere angeschafft werden, die im Durchschnitt mit 36 Pesos bezahlt werden, wofür mithin ein wöchentlicher Verlust zu berechnen, mit | 2 | $6\frac{2}{13}$ |
| 5) Für Abnutzung der Vorrichtung, Reparaturkosten an Schreiner und Schmiede, so wie an Zinsen des Anlage-Capitals wöchentlich | 1 | $3\frac{11}{13}$ |
| Die Waschkosten für 4800 Ctr. oder 240 Montones, jeder zu 20 Ctr., betragen daher . . | 27 | — |
| Dieselben belaufen sich also für 20 Ctr. oder 1 Monton Erze auf . . . . . | — | $-\frac{9}{10}$ |
| Hierzu das Gedinge der Wäscher, welche den Erzschlamm zur Vorrichtung bringen, die Bespannung besorgen, das Silberamalgam und die Erzschlieche ausscheiden und in die resp. Magazine schaffen und für 20 Ctr. oder 1 Monton erhalten . . . . . | — | $2\frac{5}{8}$ |
| so betragen die Waschkosten im Ganzen für den Monton . . . . . | — | $3\frac{31}{40}$ |

oder etwa 3½ Real, mithin einen halben Real weniger als auf den liegenden Waschheerden in den südlichen Revieren.

Die Kosten des Neubaues einer Waschvorrichtung für die amalgamirten Silbererze in der Umgebung von Zacatecas betragen:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Zwei Querbalken, jeder von 12 Varas lang und ½ Vara im Quadrat zu 2 Pesos . . | 48 | — |
| 2) Für die stehende und liegende Welle des Getriebes, 8 Varas Wellbäume von ½ Vara im Gevierte zu 2 Pesos jede Vara . . . | 16 | — |
| 3) Für die Radarme und Getriebe, die Kreuzhölzer und den doppelten Schwengel, 16 Stück starke Treff, jedes Stück 2½ Peso . . . | 36 | — |
| 4) Für 60 Stück Felgen zu Kränzen der Räder und Getriebe, das Stück 1 Peso . . . . | 60 | — |
| 5) Für 128 Stück Getriebestöcke und Kämme zu 1 Real das Stück . . . . . | 16 | — |
| 6) Für eine eichene Welle zum Spindelbaum des Rührwerks von 4 Varas Länge zu . . . | 5 | — |
| 7) Für die beiden Kreuzhölzer und die runden Stäbe zum Rühren und die Pfannenhölzer zu den Zapfen . . . . . | 15 | — |
| 8) Für zwei eiserne Wellzapfen mit ihren eisernen Ringen und gestählten Pfannen zusammen 100 Pfd. Eisen zu 2 Real das Pfd. . . . | 25 | — |
| 9) Für rohe Häute, für Riemen zum Umbinden und einzelne Nägel zum Befestigen . . . | 14 | — |
| 10) An Unkosten für Schreiner-Arbeit, das Zusammensetzen, Aufrichten und Verbinden der Vorrichtung im Ganzen . . . . . | 225 | — |
| Summa für Materialien und Arbeitslohn der Betriebstheile . . . . . | 480 | — |

Die Unkosten der Anlage eines steinernen Waschbehälters übersteigen diese Kosten bedeutend, und sind incl. der dazu gehörigen kanelirten Abzugsgerinne und kleinen Zwischenbehälter zu 540 bis 600 Pesos zu veranschlagen, wonach die ganzen Kosten einer Waschvorrichtung dieser Art wenigstens auf 1000 Pesos veranschlagt werden müssen.

6. Das Gebläse (Soplo). Fig. 19. 20. 21. 22. und 23.

Die bei dem Schmelzprocesse in Mexico üblichen Gebläse sind noch ganz die alten, wie solche vor einer langen Reihe von Jahren von den Spaniern dort eingeführt worden sind und sieht man sich dabei vergebens nach einer derjenigen Verbesserungen um, welche dem europäischen Hüttenprocesse in neuerer Zeit so sehr zu statten gekommen sind.

Auch bei den Gebläsen Mexico's begründen die disponiblen bewegenden Kräfte wieder einen Hauptunterschied, weshalb man in den südlichen Staaten vorzugsweise Wassertrommelgebläse, in den nördlichen Staaten dagegen lederne Balggebläse findet.

Die zur Anwendung kommenden Wassertrommelgebläse (Bombas de agua) Fig. 19. u. 20. sind zweierlei Art.

Das weniger kostbare Wassertrommelgebläse Fig. 19. mit einer hölzernen Wassereinfallslutte *A B* und einem überwölbten viereckigen Windkasten *T* hat nur eine Luftröhre *C*, ist aber im Uebrigen dem kostbareren Wassertrommelgebläse Fig. 20. ganz ähnlich. Letzteres ist ganz von massivem Mauerwerk, häufig aus behauenen Werkstücken aufgeführt und es befinden sich deren in den gröfseren Hüttenwerken gewöhnlich mehre neben einander.

Das zur Anlage einer solchen Wassertrommel erforderliche Gefälle von der Einfallröhre *A* bis zu der Abflufsöffnung *E* beträgt 12 Varas oder etwa 32 Fufs. Es werden etwa 60 Cubikfufs Wasser erfordert, um den für zwei kleine Krummofen erforderlichen Wind zu beschaffen.

Das Wassereinfallsrohr erhält eine lichte Weite von etwa 80 Quadratzoll und ist an seinem obern Ende mit 8 bis 12 Luftlöchern oder viereckigen Röhren *a a* (Sifones de aire), deren jede 6 Quadratzoll lichte Weite hat und mit 45° Neigung in die Wasserlutte einmündet, versehen.

Die Wasserlutte *B* reicht innerhalb des Trommelgewölbes 12 bis 15 Zoll über dasselbe hinaus. In der Trommel selbst befindet sich ein ½ bis 1 Vara hoher Wasseraufsturz *D* (La Mesa), auf den das einströmende Wasser auffällt.

Der freie Abfluſs des Wassers und das Ausströmen des eingefallenen Windes aus der Trommel wird durch die beiden Schutzbretter *e* und *f* verhindert.

Bei gewöhnlichem Verschluſs der Schutzbretter ist das Wasser ⅔ Varas hoch in der Trommel aufgestaut und es bleibt ein freier Luftraum von 80 Cubikfuſs als Windkasten über dem Wasserspiegel, in welchem die Luft mehr oder weniger comprimirt ist. Diese entweicht durch die zur Seite des Einfallrohres angebrachten Wind- oder Luftröhren *CC*, von etwa 64 Quadratzoll lichter Weite, jede in die oberhalb der Hüttensohle angebrachte Windleitung *C* (Canon del Soplo), an welcher die betreffenden ledernen Schläuche für die Düsen sich befinden.

Die mexikanischen Windbälge *B* Fig. 21. 22. 23. u. 24. (Fuelles), von cylindrischer Form, sind aus rohen Thierhäuten, deren Haarseite nach Innen gekehrt ist. Die rohen Häute werden im feuchten Zustande auf hölzernen Reifen von ½zölligen runden Stäben ausgespannt und getrocknet, auf der Aufsenseite mit Fett oder Schweineschmalz in der Sonnenhitze gesättigt und erweicht und alsdann durch Schlagen geschmeidig gemacht. Der Durchmesser dieser ledernen Cylinder wechselt von ⅔ bis 1½ Varas und ihre Länge von 2 bis 2½ Varas, wobei auf jede Vara Länge drei Reifen oder hölzerne Ringe eingesetzt werden, so dafs dieselben beim Zusammenlegen noch immer eine Länge

von circa $\frac{1}{3}$ Vara behalten, wodurch innerhalb derselben ein sehr nachtheiliger Zwischenraum verursacht wird.

Mehre dieser Cylinder (Mangas) werden mit dem einen ihrer Enden auf ein gemeinschaftliches Brettgestell Fig. 22. *B* dicht neben einander aufgenagelt und an dem andern Ende jeder durch ein besonderes rundes Bodenstück geschlossen. Dieses Bodenstück oder die Balgscheibe hat in der Mitte eine Luftklappe und ist mit einem starken Hebel versehen, der sich unten in einem Scharnier bewegt. Diese Bälge werden durch Wasser, häufig durch horizontale Löffelräder, bald durch Maulthiere in Bewegung gesetzt. Die in Fig. 21. durch ein kleines horizontales Wasserrad bewegte Betriebsvorrichtung dient zugleich als Erzmühle und als Gebläse. An dem obern Ende der stehenden Welle *C* ist dieselbe mit einem doppelten Krummzapfen, mit den Zugstangen *aa* versehen, welche ein Paar dieser Bälge bewegen. Diese Vorrichtung ist indessen nur bei kleinen Hüttenwerken in den südlichen Revieren im Gebrauch. Sobald das Gebläse damit bewegt werden soll, sind die Läufer der Erzmühle ausgehangen, um die für das Gebläse erforderliche raschere Bewegung hervorzubringen.

Das gröfsere einfache Gebläse Fig. 22. wird durch 2 Pferde oder Maulthiere in Bewegung gesetzt und besteht aus drei kleinen ledernen cylindrischen Bälgen, welche ihre Bewegung durch das an dem dreifachen Krummzapfen *K* angehängte Gestänge *a a a* erhalten. Bei der langsamen Thierbewegung in der Rennbahn erfolgt jedesmal eine Unterbrechung der Windzuströmung aus den einzelnen Bälgen, weshalb ein Windkasten *W* bei dieser Vorrichtung angebracht ist, wodurch nicht allein ein gleichförmigerer Windstrom erzeugt, sondern auch das Zurücktreten des Windes durch die Düsenöffnung verhindert wird. In den südlichen Revieren findet man auch zuweilen im Freien vorgerichtete kleine Oefen, zur Zugutmachung von Blei- und Kupfererzen durch horizontal liegende lederne

Balggebläse (Arcillos), welche durch Menschen bewegt werden, betrieben.

Aber auch zum Schmelzen der Silbererze werden, so lange über die Ausdauer der Gewinnung reicher Mittel noch Zweifel herrschen, ähnliche Handbälge benutzt. Sobald aber auf einer Grube ein reiches Mittel (Bonanza) angehauen wird, wovon sich ein anhaltender Betrieb erwarten läßt, ist man auch gleich bereit, ausgedehnte Zugutemachungs-Anstalten mit großem Kostenaufwande herzustellen.

Das alsdann zur Anwendung kommende zu den bessern Vorrichtungen gerechnete Balggebläse der nördlichen Reviere ist in Fig. 23. u. 24. in Aufriß und Seitenansicht dargestellt. Das zum Betriebe erforderliche Roßwerk (Arte de Fundicion) ist mit vier Maulthieren an doppeltem Schwengel bespannt. Durch eine solche Roßkunst werden gewöhnlich vier Paar große lederne Cylinderbälge (Fuelles de manca) bewegt, welche hinter den zu beiden Seiten der Rennbahn aufgeführten Schmelzöfen stehen. Diese Paarweise für einen Schmelzofen auf einem gemeinschaftlichen Brettergerüste Lit. B. Fig. 22. aufgenagelten ledernen Bälge, von 43 Zoll Durchmesser und 6 Fuß Länge, sind mit einer Neigung von 18° gegen die Hinterwand des Ofenmantels aufgestellt, wie Fig. 24. bei *BDE* zeigt, wobei die bogenförmige Erweiterung in der Mitte der Windklappe 28 Zoll beträgt. Aus jedem dieser Bälge wird der Wind durch eine 8 Zoll weite mit ungegerbtem Leder überzogene nach vorne spitz zulaufende hölzerne Röhre *DD* (Canon del soplo) der eisernen 8 Zoll langen und ¾ Zoll weiten Düse und durch diese dem Schmelzraume des Ofens zugeführt. Die Bewegung dieser Bälge wird durch vier oder sechs um eine liegende Welle herum angebrachte Hebel *A* Fig. 24. bewirkt. Wenn der eine Balg *B* durch den Hebel *a* zugedrückt wird, so öffnet sich der daneben liegende *E* durch die Verkuppelung, an dem sich

horizontal bewegenden Doppelhebel *F*, der bei *F'* besonders gezeichnet ist, und sobald dieser durch den folgenden Hebelarm *b* sich schliefst, öffnet der erste sich wieder.

Das Kammrad *L* Fig. 23. an der stehenden Welle des Rofswerks von 6 Fufs Halbmesser hat 68 Kämme, und die zu beiden Seiten desselben angebrachten Stirnräder *K* der horizontalen Welle, welche die Hebelarme *a b c d* tragen, haben einen Durchmesser von 10 Fufs mit 51 Stück Triebstöcken. Die Längen der Hebelkreuze *A* betragen 5½ Fufs und der Schwengel *I* 12 Fufs.

Auf dem Amalgamirwerke la Sauceda bei Zacatecas werden durch die in Fig. 24. angegebene Vorrichtung vier Paar an den im Kreuz über dem Kammrad liegenden Wellen angehängte Balggebläse, wozu jedes zum Betrieb eines Ofens genügt, durch vier starke Maulthiere bewegt. Diese Thiere arbeiten 3 Stunden nach einander und werden dann durch andere ersetzt, kommen aber nach Verlauf von 12 Stunden wieder zur Arbeit, so dafs zum Betrieb der Krummöfen einschliefslich eines Reservethieres 17 Maulthiere erforderlich sind. Sie machen 2½ bis 3 Umgänge, jeder Balg also 10 bis 12 Hübe in der Minute.

Zu dem An- und Ausspannen und Beaufsichtigung der Maulthiere ist ein eigener Stallknecht erforderlich und es betragen mithin die wöchentlichen Kosten einer solchen Gebläse-Vorrichtung von vier Bälgen.

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Für 17 Maulthiere, jedes à 11½ Real Unterhallungs- und Wartungskosten gerechnet, weil sie besser gefüttert werden um Tag und Nacht arbeiten zu können . . . . . | 24 | 3½ |
| 2) Diese Maulthiere müssen alle 2 Jahre durch andere ersetzt werden, da sie durch angestrengte Arbeit und die Bleidämpfe sehr leiden. Bei dieser Erneuerung gehen ⅓ ihres Werthes oder 26 Pesos auf jedes verloren, | | |

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| mithin beträgt der wöchentliche Verlust auf 17 Thiere . . . . . | 4 | 2 |
| 3) Die ledernen Cylinder der 4 Paar Gebläse müssen alle Jahre ausgewechselt werden und kostet jedes Paar 40 Pesos, mithin wöchentlich | 6 | $\frac{1}{11}$ |
| 4) Für Seile, Wollenzeug u. s. w. zur Bespannung, Fett zum Schmieren und Lichter zur Beleuchtung . . . . . | 2 | $\frac{1}{11}$ |
| 5) An Reparaturen für Schreiner- und Schmiedearbeit nebst Materialien . . . . . | 2 | 1 |
| 6) Die Zinsen der zu 724 Pesos sich berechnenden Baukosten für das Rofswerk und die Balggerüste . . . . . | — | $5\frac{1}{2}$ |
| oder im Ganzen wöchentlich . . | 36 | 5 |

Die gedachte Gebläsevorrichtung dient auf Sauceda zum Betrieb von drei Krummöfen und eines Treibofens, worauf nach einer vierjährigen Durchschnittsberechnung wöchentlich 60 Ctr. Silbererze durchgesetzt und entsilbert wurden, so dafs also die Gebläsekosten für jeden Centner Erz 4,9 Reales kosten.

Da nun aber während der angegebenen 4 Jahre die zugutgemachten Silbererze einen Durchschnittsgehalt von 10 Mark Feinsilber in der Carga oder 3 Ctr. gegeben haben, so würden die Gebläsekosten für jede Mark Feinsilber 1,47 Real oder $7\frac{1}{3}$ Silbergroschen Preufsisch betragen.

Die Baukosten eines grofsen mit Maulthieren bewegten Balggebläses auf Sauceda berechnen sich auf folgende Beträge:

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 1) Für das Rofswerk und dessen Zapfenlager sind erforderlich 68 Varas Tannenbalken, im Durchschnitt zu $1\frac{1}{2}$ Pesos das Vara . . . | 102 | — |

| | Pesos | Reales |
|---|---|---|
| 2) Für 50 Stück grofse Krümmlinge für die Radkränze des Getriebes zu 11 Reales das Stück | 62 | 4 |
| 3) Für 25 Stück starke Tannen Treff zu den Radarmen, dem Schwengel und den Balggerüsten zu 2¼ Pesos das Stück . . . . . | 37 | 4 |
| 4) Für 32 Stück eichene Treff zu den Kreuzen und Hebelarmen, den Windkasten und den Trägern à 1½ Pesos das Stück . . . . . | 48 | — |
| 5) Für 180 Stück Getriebstöcke und Kämme zu 1 Real das Stück . . . . . | 22 | 4 |
| 6) Für starke und mittlere Bretter zu den Balggerüsten und Windröhren für jedes Gerüst 21 Pesos, mithin für vier . . . . . | 84 | — |
| 7) Für 5 Stück eiserne Zapfen und Ringe, so wie für ein gestähltes Pfannenlager, zusammen 80 Pfd. Eisen, zu 2 Real das Pfd. . . . | 20 | — |
| 8) Für Arbeitslohn bei der Zusammenstellung des Rofswerks, der vier Balggerüste nebst 2 Stück roher Häute zum Umbinden der Räder und Kreuze und die ganze Vorrichtung in Gang zu bringen, überhaupt . . . . . | 348 | — |
| Summa der Baukosten . . . . | 724 | 4 |

Auch bei diesem Verzeichnifs sind die Kosten für die Gebäulichkeiten, so wie sonstiges dazu gehöriges Mauerwerk, wie bei den übrigen Nachweisungen unberücksicht geblieben.

Um eine Uebersicht der grofsen Anzahl von Thieren zu geben, welche in den nördlichen Staaten von Mexico bei dem Bergbau zur Bewegung der verschiedenen dabei angewendeten Maschinen benutzt werden, lasse ich hier schliefslich eine Zusammenstellung folgen, welche die Anzahl dieser Thiere in dem einzelnen Reviere von Zacatecas während des Zeitraumes vom Jahre 1830 bis 1835 nachweist.

| Angabe der Verwendung der Thiere: | Anzahl der Vorrichtungen: | | | Durchschnittl. Zahl d. Thiere zu jeder Vorrichtung | Anzahl der Thiere, welche dazu verwendet worden: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total | außer Betrieb | in Thätigkeit | | Pferde | Maulthiere | Esel |
| Zum Betrieb der Pferdegöpel . . . . . | 71 | 22 | 49 | 20 | 980 | — | — |
| Zum Betrieb der Paternosterwerke . . . | 50 | 24 | 26 | 6 | — | 156 | — |
| Zum Betrieb der Pochwerke . . . . . | 54 | 14 | 40 | 10 | — | 400 | — |
| Zum Betrieb der Kramühlen . . . . . | 686 | 194 | 492 | 5 | — | 2460 | — |
| Zum Betrieb der Amalgamir-Wäschen . . | 52 | 20 | 32 | 12 | — | 384 | — |
| Zum Betrieb der Gebläse . . . . . | 31 | 21 | 10 | 14 | — | 140 | — |
| Zum Durchtreten der Amalgamirhaufen, so wie zum Erztransport zwischen den Gruben und Hüttenwerken . . . . . | — | — | — | — | 694 | 390 | 517 |
| Mithin im Ganzen | — | — | — | — | 1674 | 3930 | 517 |

Zur Unterhaltung dieser Thiere werden jährlich etwa 126,780 Fanegas oder 190,100 Centner Mais erforderlich, welches schon bei einem Durchschnittspreise von 1 Peso die Fanega 126,780 Pesos jährlich giebt. Hierbei muſs ich aber bemerken, daſs in der angeführten Zeitperiode in dem Reviere von Zacatecas zwar einige Gruben in Betrieb waren, welche in reicher Erzförderung standen, diese Periode aber keineswegs zu den glänzenden jenes Revieres gerechnet werden darf, was die außer Betrieb gebliebenen Vorrichtungen beweisen.

## 3.

# Bemerkungen über die Förder- und Wasserhaltungs-Dampfmaschinen auf den Kohlen-, Zinn- und Kupfergruben Englands und Schottlands *).

Von

Herrn Dieck,

Maschinen-Bau-Inspector zu Bochum.

Sämmtliche Kohlengruben, welche ich auf meiner Reise durch England gesehen und befahren habe, waren Tiefbauanlagen. Die Kohlen wurden theils in donlägigen, theils in seigeren Schächten zu Tage gefördert. Letztere Einrichtung war die gewöhnliche.

Stollenanlagen sind sehr selten, und kommen in einem grofsartigen Maafsstabe nirgends vor.

Die Schächte sind theils ausgemauert, entweder mit Werksteinen, die nach dem Zirkel gehauen, von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs Länge und Breite und 1 Fufs Höhe, oder mit ge-

*) Bei dieser Abhandlung sind folgende Aufsätze und Schriften benutzt worden:

1. Archiv Band VI.
2. Annales des mines. Tom V. 1834.
3. Théorie de la Machine à vapeur par le chevalier F. M. G. de Pambour, 1839.
4. Wicksteed on the Cornish engine. 1839.
5. Civil Engineers and Architects Journal. 1840.
6. Tredgold on the Steam engine, Appendix G. 1844.

brennten Mauersteinen von 10 bis 12 Zoll Länge, theils cälvelirt, theils durch gufseiserne Cylinder gebildet.

Die rundgemauerte Form der Schächte ist, was die Festigkeit derselben betrifft, die zweckmäfsigste, zumal bei einer flachen Lagerung der Flötze und der Gebirgsschichten, wie sie in England vorkommt.

Diese Form mufs, wo es sich um die Dichtigkeit des Schachtes handelt, und wo ein bedeutender Wasserdruck gegen die Wände desselben eintreten wird, immer angewendet werden, obgleich sie, bei dem Gebrauch für die Förderung, der in den hiesigen Revieren gewöhnlichen rechtechigen, mit Korbbogen geschlossenen, sehr nachsteht.

Wie vorsichtig man bei der Anwendung der rechteckigen Form mit 4 in den Ecken sich gegen einander spannenden, nur je zwei gleich langen Korbbögen sein müsse, hat die Erfahrung bei der Aufführung der wasserdichten Schachtmauer auf der Kohlengrube Mathias bei Essen gelehrt, wo durch den hydrostatischen Druck des Wassers die lange Stofs des Schachtes hinein- und der kurze heraus getrieben wurde, so dafs der Erstere seine Spannung verlor, ein Rifs in demselben entstand, welcher bedeutend Wasser durchliefs, und daher die Dichtigkeit des Schachtes nur theilweise erreicht worden ist.

Bekanntlich ist der Normaldruck des Wassers auf jedes Stück seiner Begrenzung gleich dem Gewicht eines Wasserprisma, welches dieses Stück zur Grundebene und die Entfernung des Schwerpunktes desselben vom Wasserspiegel zur Höhe hat. Nach diesem Gesetz verhält sich der Druck gegen den langen Stofs zu dem gegen die kurzen Stofs, da die Druckhöhe, d. h. die Entfernung des Schwerpunktes vom Wasserspiegel beider dieselbe ist, wie die lange Seite des Schachtes zur kurzen. Zerlegt man sich diesen Normaldruck parallel der Widerlagsfuge der beiden Korbbogen und senkrecht auf dieselbe, so erhält man in den beiden sich ergebenden senkrechten

Kräften zwei entgegengesetzte ungleiche, mithin eine fortgehende Bewegung nach der Seite der schwächern. Sind nun die Stofsmauern nicht stark genug, um jede für sich dem gegen sie pressenden Wasserdrucke das Gleichgewicht zu halten, was bei einer bedeutenden Druckhöhe immer der Fall sein wird, so wird die lange Stofsmauer des Schachts hinein- und die kurze herausgedrängt, und so der Zweck, einen wasserdichten Schacht zu erhalten, nicht erreicht werden, worin die Behauptung: bei starkem hydrostatischem Drucke die Schächte nur rund, oder mit vier gleich langen Korbbögen auszumauern, ihre Begründung findet.

Die englischen Ingenieure machen aus diesem Grunde auch die cüvelirten Schächte meistens rund, und weichen sowohl hierin von dem Verfahren der Belgier und Franzosen ab, welche bekanntlich die achteckige Form bei dieser Verdichtungsart der Schächte vorziehen, wie z. B. auf den Gruben in der Nähe von Lüttich, Mons und Valenciennes, als auch in der Construction der Cuvelage selbst; da sie bei der Kostbarkeit des Holzes gewöhnlich nicht die ganze Schrotzimmerung nehmen, sondern hölzerne Cylinder anwenden, deren Dauben sich gegen Kränze legen, die gleich den Radfelgen angefertigt sind. Die runde Form der Cuvelage hat noch den Vortheil, dafs die senkrechten Fugen, wo Hirnholz auf Hirnholz stöfst, unter einander abwechseln können, was bei der achteckigen Form nicht möglich ist. Hierdurch erhält der Schacht eine gleichmäfsigere, und daher gröfsere Wiederstandsfähigkeit. Bei der Cuvelage mit hölzernen Cylindern müssen deshalb auch die Kränze unten näher aneinander als oben sein, und bei Anwendung der ganzen Schrotzimmerung mufs den tiefer liegenden Hölzern eine gröfsere Stärke als den höher liegenden zugetheilt werden.

Den Kranzstücken giebt man bei sehr bedeutenden Teufen eine Länge von 3 bis 4 Fufs, eine Stärke von 10

bis 12 Zoll und eine Höhe bis 8 Zoll und nimmt sie von dem gesundesten Eichenholze. Die von Gufseisen gebildeten Schächte sind entweder gufseiserne Röhren, in einen Ring gegossen bis zu 5 Fufs Durchmesser, oder Kreissegmente von Gufseisen, von 6 bis 7 Fufs Länge, 2 bis 3 Fufs Höhe und ¾ bis 1 Zoll Wandstärke, mit Kränzen nach Innen oder nach Aufsen versehen, wie es die Umstände verlangen. Man hat auf diese Weise Schächte bis zu 70 Lachtern Teufe niedergebracht.

In den nördlichen Revieren findet man die gröfsten Schächte. Dieselben sind in 2 oder 3 Trümme zur Förderung und zur Wasserhaltung getheilt. In Yorkshire, Staffordshire und in denjenigen Revieren dagegen, wo die Schächte weniger tief werden, pflegen dieselben kleinere Dimensionen zu erhalten, und für die Förderung und für die Wasserhaltung besonders abgeteuft zu werden.

Die Fördergefäfse, welche man in diesen Schächten anwendet, haben die verschiedensten Formen und Constructionen.

Man sieht Körbe von geflochtenen Ruthen mit starken eisernen Bändern und Bügeln versehen von 4 bis 10 Scheffel Inhalt; häufig fehlen selbst die Körbe und die Stückkohlen sind nur durch eiserne Ringe und Bänder gehalten. Man bedient sich auch der Tonnen von starkem Eisenbleche construirt von 20 bis 25 Scheffel Inhalt, ja darüber, und hölzerner und eiserner Wagen von den verschiedensten Dimensionen und Constructionen.

Die Eisenbahnen, sowohl unter als über der Erde, auf welchen die Fortschaffung der Fördergefäfse geschieht, so wie die Ausladem aschinen (staiths), auf den Niederlagen am Tyne- und Weareflufs, sind so construirt wie sie im Archiv XIX. Band beschrieben sind. Dagegen ist noch eine andere Vorrichtung zu nennen, vermittelst welcher man die beladenen Wagen auf den Halden stürzt. Sie gewährt den grofsen Vortheil, dafs die Förderwagen bei weitem

weniger leiden, als wenn dieselben, wie in den Märkischen Revieren, umgeworfen werden. Aus Taf. VI. Fig. 1 geht die Construction hervor:

*A* & *B* sind zwei gufseiserne Ringe von etwa 3 Fufs Durchmesser mit schmiedeeisernen Speichen, welche durch die beiden schmiedeeisernen Stäbe *CC* verbunden sind, und sich um die Achse *G* drehen lassen.

Die Entfernung der beiden Stäbe *CC* ist so getroffen, dafs wenn der Schlepper den in den Tippler hineingeschobenen Wagen zur Entladung der Kohlen umdrehet, der Wagen sich gegen den ersten Stab legt, durch den zweiten gegen das Ueberschlagen gesichert wird, dennoch aber seinen ganzen Inhalt entschütten kann.

Die Körbe und Tonnen, welche an besondern Zwisselketten, häufig 3 über einander hängen, werden mittelst Karabinerhaken angeschlagen. Sie drehen sich bei ihrer Entladung um eine unter dem Schwerpunkte in einem sie umgebenden Bügel liegende Achse.

Bei der Förderung mit Wagen wendet man dieselben Vorrichtungen an, wie in den hiesigen Revieren. Häufig werden auf einmal 4 Wagen, je 2 neben einander in Etagen über einander, zu Tage gehoben, und auf 2 entgegengesetzt und um die Höhe der Wagen unter einander liegenden Bühnen ausgezogen.

Auch zwei Fördertrümmen ohne Verschlag in einem Schachte begegnet man noch. Die Förderung geschieht dann, wie natürlich, mit ausgebauchten Tonnen, damit die Gefäfse bei den Wechseln, ohne sich fassen zu können, an einander vorbeigehen. Leitungen, sowohl von Holz als von Eisen, findet man zuweilen; bei tiefen Schächten jedoch niemals. Man kann sie entbehren, weil bei der bedeutenden Geschwindigkeit der Fördergefäfse, gewöhnlich 8 bis 15 Fufs in der Secunde, und bei der Anwendung von breiten Seilen, die sich in sich nicht drehen, die Gefäfse nicht gegen die Wände des Schachts treiben, son-

dern sich fortwährend in der Mitte desselben ohne jede Reibung empor bewegen. Bei dieser Anordnung gewinnt man durch das Vermeiden der Reibung an Förderkraft der Maschine; sie möchte aber nur da ohne Gefahr anwendbar sein, wo die Stöfse des Schachts so gebildet sind, dafs sie nie dem zwischen ihnen sich bewegenden Fördergefäfse ein Hindernifs entgegenstellen können.

Oben sind die Schächte theils offen, theils durch Schiebethüren, die etwas schräge liegen, theils durch Wippthüren geschlossen. Im ersten Fall werden die Körbe und Tonnen mittelst eines Hakens herübergezogen und dann abgeschlagen.

Einen Fahrschacht habe ich auf keiner Kohlengrube in England gesehen, sämmtliche Arbeiter fahren am Seile. Fahrschächte sind überhaupt nicht üblich, wie aus Archiv Band VI. 118 hervorgeht.

Welche Kräfte der Bergmann für seine Arbeit vor Ort bei der Einfahrt mittelst des Seils in einen tiefen Schacht erspart, welche Erleichterung es demselben gewährt, mit dem Seile auszufahren, wenn er seine Schicht vollendet hat und ermüdet ist, wird Jedem klar, der 334 Lachter, selbst bei den best eingerichteten Fahrten, wie auf den Consolidated Mines in Cornwall, ein- und ausgefahren ist.

Da die Erfahrung lehrt, dafs das Fahren mit dem Seile nicht mit sonderlicher Gefahr verknüpft ist, da es in allen denjenigen Ländern, wo der Kohlenbergbau in dem ausgedehntesten Maafsstabe und in den gröfsten Teufen betrieben wird, geschieht und geschehen ist, so lange als der Bergbau daselbst besteht; da Ketten- und Drathbrüchen die Tragkraft hinreichend bekandet haben, auch Niemand die geringste Besorgnifs äufsert, wenn er sich einem Wagen anvertraut, der in ledernen Riemen hängt, und durch lederne oder Kettenaufhalter oder durch einen Hemmschuh oder Bremse, in Verbindung mit einer Kette, bei dem Berg-

abfahren vor dem Hinabschiefsen gesichert wird, so ist es unbegreiflich, warum in einigen Revieren, z. B. in den hiesigen, dem Förderseile nicht getrauet wird, und warum man nicht, wie in England, Frankreich und Belgien mit wenigen Ausnahmen gebräuchlich, mit dem Seile ein- und ausfährt.

Auf den Schächten stehen die Seilscheibengerüste ganz für sich, ähnlich den bei uns üblichen Rammen construirt, und nie überbauet; sie sind sehr hoch, so dafs die Seilscheiben häufig 30 Fufs und höher über der Hängebank sich befinden. Es wird diese Höhe nothwendig durch den grofsen Durchmesser der Fördertrommeln, bisweilen 20 bis 23 Fufs bei vollkommener Aufwicklung des flachen Seiles, indem bei diesen Dimensionen schon ein halber Umschlag der Trommel das Fördergefäfs um 30 Fufs höher hebt.

Auch Seilscheibengerüste von Gufseisen trifft man an. Aus demselben Materiale sind die Seilscheiben; ihre Peripherie ist niemals mit Holz ausgefüttert und ihre Durchmesser betragen gewöhnlich 4 bis 7 Fufs.

Von dem Schachte weniger oder mehr, häufig 50 bis 60 Lachter entfernt, steht die Förderdampfmaschine, meistens ganz im Freien. Nur der Cylinder ist von einem Holzverschlage umgeben, in welchem auch der Sitz für den Maschinenwärter, um ihn einigermaafsen gegen Wind und Wetter zu sichern, angebracht ist. Die Kessel sind gleichfalls ohne Bedachung, und werden nur dadurch einigermaafsen geschützt, dafs sie sich mit ihrem Schürplatze in dem Erdboden vertieft befinden, und dafs ihre Hauben mit einem halben Stein stark überwölbt sind.

Bei den neuern und gröfsern Anlagen ist ein besonderes Maschinengebäude mit Kesselhaus errichtet, wie in den hiesigen Revieren, jedoch mit dem Unterschiede, dafs das Seilscheibengerüst aufserhalb des Gebäudes liegt, und so die Abnehmer an der Hängebank den Einwirkungen der Witterung Preis gegeben sind. In Gegenden, wo der

Winter strenger ist, möchte diese Einrichtung nicht nachzuahmen sein.

Die gröfsere Entfernung der Maschine von den Schächten findet bei denjenigen Gruben statt, welche eine geringe Teufe haben, wie in Staffordshire und Shropshire und in andern Revieren, wo die Schächte nur eintrümmig benutzt werden.

Um die Streckenförderung abzukürzen, schlägt man nämlich neue Schächte von der Maschine ab weiter ins Feld, und fördert gleichzeitig mit denselben aus 2 und 3 Trümmen. Da nun diese selten dieselbe Teufe haben, so sind die Durchmesser der Fördertrommeln verschieden, damit in den 2 oder 3 Schächten die Kohlen bei denselben Umdrehungen der Trommelachse zu gleicher Zeit zu Tage auf die Hängebank gehoben werden können.

Das Verstecken der Trommeln, um von verschiedenen Sohlen zu fördern, kennt man nicht.

Die Seile, die fast durchgängig aus Hanf gesponnen sind, werden über Leitungsrollen von den Fördertrommeln nach den Seilscheiben geführt, bald rechts bald links von der auf der Achse der Fördertrommel senkrechten Linie, je nachdem die Lage der Schächte mehr oder weniger von dieser Linie abweicht. Auf einigen Gruben hatte man zur Probe auf einer Seilscheibe Drathseile, sowohl flache als runde aufgelegt.

Die Construction der Fördermaschinen bietet so wenig Bemerkenswerthes dar, dafs die Engländer wohl mehr an den Maschinen dieser Art, in Frankreich, Belgien und in den hiesigen Revieren sehen könnten, als die Continentalen bei ihnen. Dies ist leicht erklärlich, da die meisten Anlagen sehr lange im Betriebe sind, die alten schon von dem ersten Beginn des Tiefbaues herrühren, und die Maschinen so lange benutzt werden als es nur irgend angeht. Schwungrad, Fördertrommel, Getriebe und Rad sind auf hölzernen Balken fundamentirt, und da die ganze Anlage

dem Wetter fortwährend ausgesetzt, so ist Alles mehr oder weniger verrostet und verfault; eine wackelnde schwankende Bewegung ist in dem gehenden Zeuge. Nichts ist geputzt, Fingerdick liegen Schmutz und Kohlenstaub auf den einzelnen Theilen, was Alles zusammengenommen auf den Reisenden keinen angenehmen Eindruck hervorbringt. Sämmtliche Fördermaschinen sind Niederdrücker. Hochdrücker trifft man selten. Bei den wenigen tiefen Schächten findet sich immer ein Getriebe mit Rad, welches letztere mit der Fördertrommel auf einer Achse sitzt, so dafs die Geschwindigkeit des Kolbens der Maschine nach dem Verhältnisse beider zu einander für das Fördergefäfs verringert wird. Entweder sind diese beiden Räder „Stirnräder" oder „konische". Die letztere Anordnung, welche man oft in Schottland sieht und die sich hier auf der Grube Glückauf Seegen bei Brünninghausen befindet, mögte in vielen Fällen, wo man mit dem Raume beschränkt ist, anwendbar sein. Bei den tiefern Schächten findet sich dieses Vorgelege nicht, und die Pleielstange wirkt direkt an der Achse, auf welcher die Fördertrommeln ihre Befestigung haben.

Bei dieser Construction machen die Seiltrommeln so viel Umdrehungen als der Cylinderkolben Doppelhübe, wodurch die Geschwindigkeit des Fördergefäfses sehr bedeutend wird.

Die grofse Last, welche die Seile bei dergleichen Schächten zu tragen haben, die z. B. auf dem Pemberton Pit, 16,700 Pfd. beträgt, verlangt für die Seile starke Dimensionen, so dafs auf dem erwähnten Schacht jedes Seil 11,900 Pfd. wiegt. Diese Last würde die Maschine bei dem Anhube, wenn das eine Fördergefäfs unten, das andere oben auf dem Anschlagspunkte im Schachte stände, aufser dem Gewichte der Kohlen, also für die Förderung ganz nutzlos, zu heben haben. Diesen zwecklosen Kraftaufwand zu vermeiden, sind an allen Fördermaschinen der

tiefern Schachte die Förderseile contrebalancirt, indem auf der Fördertrommelachse 2 kleine Trommeln, den Fördertrommeln entsprechend verhanden sind, über welche sich auf jeder eine schwere Kette aufwickelt, die von hier aus, den Fördertrommeln entgegengesetzt, über ein Gerüst läuft, sich mit einer bedeutend schweren Kette verbindet, und mit dieser in einem Schachte von 12 bis 20 Lachtern Teufe, auf- und abbewegt, so dafs, wenn das Seil sich aufwickelt, die entsprechende Kette sich abwickelt und umgekehrt. Beim Beginn der Förderung, wenn das Förderseil in dem Schacht hinabgeht, liegt die schwere Kette zuerst auf dem Boden des kleinen 12 bis 20 Lachter tiefen Schachtes, und wirkt daher nur mit dem geringen Gewicht der ersten Kette contrebalancirend; sobald aber das Gewicht des Seiles durch die gröfsere Länge, um welche es sich abwickelt, zunimmt, nimmt sich die zweite Kette in ihrem Schachte auf, und wird näherungsweise um eben so viel schwerer, bis sie, wenn das Seil bis auf die Schachtsohle hinabgegangen und sein gröfstes Gewicht erreicht hat, mit ihrem Kettengliede mehr aufliegt, und also auch ihr gröfstes Gewicht erlangt hat.

Dafs der Durchmesser der Trommel, worauf sich die Kette wickelt, die Teufe des kleinen Hülfsschachts und das Gewicht der Kettenglieder in solchem Verhältnifs zu einander und zu der Länge und dem Gewicht des Förderseiles gewählt werden müssen, dafs das Seil fortwährend im Gleichgewicht bleibt, ist die Hauptaufgabe des Maschinisten, um einen gleichmäfsigen Gang bei der Fördermaschine herzustellen.

Die gröfste Fördermaschine, die ich in England gesehen, befand sich auf der dem Hrn. Pemberton et Comp. gehörigen Kohlengrube in der Nähe von Sunderland. Der Schacht dieser Grube ist der tiefste in den Kohlenrevieren mir bekannt gewordene. Er hat bis zum Wasserspiegel des Sumpfes 241 Lachter Teufe; der Sumpf

selbst ist 12 Lachter tief, daher der ganze Schacht 253 Lachter. Der Cylinderdurchmesser dieser Maschine beträgt 42 Zoll, der Hub derselben im Cylinder 6 Fufs. Sie arbeitet mit niederem Dampfdrucke, hat eine Ventilsteuerung und soll 70 Pferdekräfte entwickeln. Der Durchmesser der Seiltrommeln beträgt vor der Aufwickelung des Seils 14 Fufs 3 Zoll, und nach der Aufwickelung desselben 23 Fufs. Die Breite des Seils an den schwächern Enden ist 6½ Zoll bei 1½ Zoll Stärke, an dem stärkern 8½ Zoll bei 2½ Zoll Stärke. Das Gewicht jedes Seiles beträgt 11,900 Pfd. Das Gewicht der von Eisenblech construirten Tonne zur Förderung ist 1500 Pfd.; das Gewicht ihres Kohleninhalts 3300 Pfd., also das Gewicht des Seils, der Tonne und des Kohleninhalts 16,700 Pfd.

Der Durchmesser des Schwungrades ist 25 Fufs und das Gewicht seines Ringes 20,000 Pfd. Der Durchmesser der Seilscheiben betrug 12 Fufs. Die beiden Förderseile waren contrebalancirt. Die über einem Gerüste von 30 Fufs Höhe und in einem Schachte von 18 Lachtern sich auf- und nieder bewegenden Ketten hatten eine jede ein Gewicht von 25,980 Pfd. Aufserdem waren zwei 30 Lachter lange und in dem Verhältnifs von 1:3 geneigte Ebenen vorhanden, auf welchen sich, und zwar auf jeder, 3 Wagen mit einer Last von etwa 25,000 Pfd. bewegten, welche auch noch als Gegengewicht für die Förderseile dienten.

Diese Wagen erhielten ihre Befestigung an einer Kette, welche auf dieselbe Weise sich auf einer Trommel, die auf der Fördertrommelachse befestigt war, wie die vorhin erwähnten Contrebalancirketten, aufwickelten.

Die Maschine wirkte unmittelbar mit der Pleielstange des Balanciers an den Krummzapfen der Achse der Fördertrommel. Das Gerüst für die Seilscheiben war sehr hoch und von Holz construirt. Aus demselben Material war das Seilkorbgerüst und die Unterstützung der Balancier-Achse, so wie auch die sämmtlichen übrigen Fundamente. Das Holz hatte nachgegeben und die ganze Ma-

schine wankte so stark, dafs man jeden Augenblick ihren Umsturz hätte fürchten sollen.

Berechnet man nach vorstehenden Angaben die Peripherie-Geschwindigkeit des Seiles, oder, was dasselbe ist, die Geschwindigkeit des Fördergefäfses, so ergiebt sich dieselbe (bei einer mäfsigen Geschwindigkeit des Cylinderkolbens von 240 Fufs in der Minute oder von 4 Fufs in der Secunde) $= \frac{2 \cdot 6}{4} = \frac{3}{4}$ Doppelhube $= \frac{1}{2}$ Umdrehung der Seiltrommel-Peripherie, also bei 23 Fufs Durchmesser der letzteren zu $\frac{23 \cdot 3{,}14}{3} = 24$ Fufs im Maximo. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt, da in 108—109 Secunden eine Tonne zu Tage gefördert wird $= \frac{241 \cdot 6\frac{1}{2}}{108}$ $= 15$ Fufs. Mit derselben Geschwindigkeit fahren auch die Bergleute in den Tonnen ein und aus.

Eine Förderdampfmaschine besonderer Construction, wie man sie wohl ähnlich in der Gegend von Mons findet, war auf einer Kohlengrube, die zu dem Hüttenwerke Low Moor nahe bei Leeds gehörte. Das Schwungrad und mit ihm die Wasserhaltung lief immer nach einer Richtung um und war fortwährend im Umgange, während die Fördervorrichtung durch eine doppelte Räderverbindung umgesteuert werden konnte.

Die Treib-Achse, auf der das Schwungrad seine Befestigung fand, hatte an ihrem einen Ende ein Getriebe, das in ein gröfseres Rad griff. Dieses setzte mit dem Krummzapfen seiner Welle und mittelst Kunstkreuzen die Pumpen in Bewegung. Sonach ging die Wasserhaltung fortwährend durch und konnte nur mit dem Stillstand der Maschine aufser Betrieb gesetzt werden. Das Getriebe *b* (Fig. 2.) der Schwungrad-Achse *e* griff in ein anderes Getriebe *c* und setzte durch dieses ein zweites Getriebe *f*, das mit ihm auf derselben Achse befindlich war, in Be-

wegung. Das Getriebe *f* griff in das Rad *a*, so dafs also, da *b* auch in das Rad *a'* griff, wenn dies der Fall war, das Rad *a'* umgekehrt als das Rad *a* herumging, wenn *f* in dieses eingriff.

Mittelst des kleinen Hand-Schwungrades *A* (Fig. 3.) konnte man den Brems-Conus *B* auf einer Nuth durch eine Schraube, wie bei einer Bohrbank, hin- und herziehen. Der Brems-Conus ging mit seiner Achse durch die Räder *a* und *a'*, so dafs diese sich frei in demselben bewegten. Wurde nun der Brems-Conus in den Bremsring des Rades *a* gezogen, so nahm die Trommel, die mit dem Brems-Conus auf derselben Achse fest safs, die Richtung der Bewegung des Rades *a* an; wenn dagegen in den Bremsring des Rades *a'*, so führte dieses Rad denselben mit sich herum. Auf diese Weise wickelte sich das runde Drathseil einmal auf die Trommel *D* auf, das andere Mal ab. Bei einer Belastung der Förderwagen von 600 Pfd. drehte sich der Brems-Conus in dem Bremsringe, und die Reibung konnte der Last das Gleichgewicht nicht mehr halten.

Sollte der Förderwagen auf der Hängebank oder auf der Sohle des Schachts niedergelassen werden, so brachte der Maschinenwärter durch das Handschwungrad *A* und dessen Einwirkung auf den Brems-Conus, diesen aufser Eingriff der beiden Bremsringe, und hielt so den Wagen an, indem jede Uebertragung der Bewegung auf die Fördertrommel aufhörte.

Eine solche Construction der Förderdampfmaschine hat den Vortheil, dafs im Fall der Wagen irgendwo im Schachte hängen bleibt, kein Seilbruch entstehen kann, vorausgesetzt, dafs das Seil für eine Last construirt ist, welche gröfser ist als die, durch welche die Reibung des Brems-Conus in den Bremsringen überwunden wird.

Alle Maschinenanlagen zur Kohlenförderung und Wasserhaltung auf den Gruben, die zu diesen Werken gehör-

ten, hatte man, wie bei allen neuern Tiefbauten, mit regelmäfsigen Gebäuden überbauet.

Die Maschinen selbst waren in einem guten Zustande und unterschieden sich vortheilhaft von denen, die mir auf den meisten Tiefbauen zu Gesicht gekommen sind.

Von eben so geringem Interesse wie die Förderdampfmaschinen, sind auch die gewöhnlichen älteren Wasserhaltungsmaschinen auf den Kohlengruben Englands. Sie sind fast durchgängig einfachwirkende Boulton Wattsche Niederdruckmaschinen; auch Newcomen'sche findet man noch. Nur auf einigen neuen Anlagen in Süd-Wales waren Cornwall'sche aufgestellt.

Die Kohlen sind auf den Kohlengruben zu wohlfeil, um sich durch den Mehrverbrauch der auf den vorhandenen Werken in Betrieb stehenden schlecht construirten Maschinen zu einem Umbau veranlafst zu finden, und daher läfst man dieselben so lange arbeiten, als es nur irgend angeht. Werden dergleichen Maschinen aber umgebauet, oder werden neue Maschinen auf Gruben erbauet, so findet das Hochdruck-Expansions-System mit Condensation jetzt überall Anwendung. Sonst unterscheiden sich die Wasserhaltungsmaschinen in ihrer Construction nicht von den ältern in der hiesigen Gegend aufgestellten Maschinen. Katarakte findet man nicht überall; Umhüllungen nirgends. Die Kessel sind fast durchgängig runde Watt'sche der ältesten Form. Auch cylindrische von Gufseisen mit inneren Feuerröhren und ohne gemauerte Züge, überhaupt ohne jede Ummauerung, so dafs das Feuer in denselben hin und zurück und dann in den Schornstein geht, sind noch vorhanden.

Die Pumpen sind meistens Saugpumpen von den verschiedensten Durchmessern und Satzhöhen. Ich habe dieselben bis zu 22 Zoll Durchmesser und bis 60 Lachter Satzhöhe angetroffen. Die gewöhnliche Satzhöhe ist 20 bis 30 Lachter. Die einzelnen Pumpensätze giefsen theils

in gufseiserne oder von Eisenblech construirte Kasten, theils in Behälter, die in die Stöfse eingearbeitet und entweder durch Holz oder Mauerwerk geschlossen sind. Die Unterstützungen der einzelnen Sätze geschehen durch horizontale Lager von starkem Eichenholze.

Die Construction des Gestänges, seine Befestigung an dem Balancier, so wie die Befestigung der eisernen Gestänge der tiefern Sätze an dem Hauptgestänge sind die allgemein bekannten. Nach der Schachtseite findet man aber niemals ein Parallelogram, welches auch bei der grofsen Länge der gewöhnlichen Gestänge zum Betriebe von Schachtpumpen nicht nöthig ist.

Das Einbauen der einzelnen Pumpentheile geschieht mittelst Pferde- und Handgöpel, bisweilen auch mit Kabeln, die dann neben dem Schachte unter einem kleinen Brettdache auf ebener Erde aufgestellt sind. Mit Umfassungsmauern umgeben sind diese Maschinen nur bis zur Hälfte, indem das Gebäude mit dem Balancier-Pfeiler abschneidet. Der Balancier nach der Schachtseite bewegt sich in freier Luft. Die Angewege-Balken finden ihre Unterstützung auf zwei über dem Wasserhaltungsschacht errichteten und zu einem Gerüst verbundenen Säulen, welche eben die Rollen, worüber das Seil zum Einbauen der Pumpenröhren läuft, tragen. Diese gewöhnlichen älteren Wasserhaltungsmaschinen übertreffen die unsrigen im Effecte nicht. Ich habe nicht eine Maschine auf den Kohlengruben getroffen, die über 19,000,000 Pfd. mit 110 Pfd. Kohlen 1 Fufs hoch gehoben hätte.

Vergleicht man diese Resultate mit denen, die in Cornwall schon seit einer langen Reihe von Jahren erzielt worden, so erstaunt man, wie bei dem schnellen Voranschreiten der Mechanik in England, die meisten Bergwerks-Maschinen-Anlagen noch so unvollkommen sein können.

Die Cornwall'schen Dampfmaschinen. Verfolgt man die Geschichte der Cornwall'schen Maschinen, so sieht

man, daſs die glänzenden Effecte, welche diese jetzt liefern, weder plötzlich, noch bei einer besonderen Klasse derselben errungen worden sind, vielmehr nimmt man wahr, daſs die dortigen Ingenieure seit einer langen Reihe von Jahren auf das eifrigste, rastloseste und zusammengesetzte mit den Verbesserungen ihrer Maschinen beschäftigt gewesen sind und nur Schritt vor Schritt diese Verbesserungen errungen haben, welche sich über alle Maschinen erstrecken.

Die ausgezeichnetsten Männer, Savery, Newcomen, Watt, Trevithick, Hornblower und Woolf, waren dort fortwährend im Kampf mit den Wassern, und nur ihren Anstrengungen und denen der jetzigen Ingenieure ist es gelungen, die reichen Gruben zu Cornwall und Devonshire im Betriebszustande zu erhalten. Mit dem Tiefwerden der Gruben nahm der Bedarf an Kräften zu, und doch mufste der Kostenaufwand mindestens derselbe bleiben, ja bei einer gesteigerten Concurrenz in den Absatzartikeln noch erniedrigt werden. Das Interesse der Grubenbesitzer gebot daher, den Ingenieuren in ihren Bemühungen allen möglichen Vorschub zu leisten, und ihnen zur Erreichung ihrer Zwecke die nöthigen Mittel zu gewähren.

Die durchschnittliche Leistung der Newcomen'schen Maschinen, die in Cornwall aufgestellt waren, betrug im Jahre 1778 = 7,000,000 Pfd. einen Fufs hoch gehoben mit einem Bushel Kohlen, d. h. mit 94 Pfd.

Diese Art, die Leistungen der Dampfmaschinen durch die Anzahl der Pfunde zu bezeichnen, welche bei dem Verbrauche eines Bushels Steinkohlen auf einen Fufs hoch gehoben werden, ward in Cornwall von Watt eingeführt. Dieser hatte sich nämlich den dritten Theil der Ersparnifs an Kohlen, die sich bei seinen Maschinen im Vergleich mit denen Newcomens ergeben werden, ausbedungen, und führte daher, um dieselbe ermitteln zu können, eine fort-

laufende genaue Rechnungsführung über die verbrauchten Steinkohlenmassen ein. Der Verbrauch erhob sich von 17 Maschinen nach Watt'schem Princip in 1793 zu 19,569,000 Pfd., und im Jahr 1798 = 17,671,000 Pfd. Mit dem Jahr 1800 erlosch das Patent von Watt und nun wurden keine weitere Notizen und Berechnungen über die Leistungen der Maschinen zu Cornwall angestellt. 12 Jahre später hatte sich der Kohlenverbrauch so sehr gesteigert, dafs man ohne weitere Berechnungen den Mehrverbrauch bemerkte, man stellte daher wieder 1 Monat lang Versuche an, wobei sich der Effect im Jahr 1812 = 13,500,000 Pfd. ermittelte.

Somit hatten sich die Leistungen derselben Maschinen um 6,069,000 Pfd. verringert, und zwar nur allein durch die Vernachlässigung in der Haltung und Wartung der Anlagen. Dies ungünstige Resultat bewirkte, dafs sämmtliche Maschinen genau controllirt und von Hrn. Lean allmonatlich Berichte über die Leistungen derselben veröffentlicht wurden. Diese Berichte werden bis auf den heutigen Tag durch den Sohn des Verfassers fortgeführt. Aus denselben lassen sich die monatlichen Leistungen einer jeden gröfseren Maschine in Cornwall seit 32 Jahren entnehmen, so wie auch die Dimensionen der Pumpen, die Teufe der einzelnen Schachtsätze, die Zahl der Kolbenhübe und die zum Betrieb der Maschine für diese Zahl der Kolbenhübe verbrauchten Bushel Kohlen, und somit auch die Zunahme der Leistungen und die Zeit, zu welcher sich diese herausgestellt haben.

Die unmittelbare Folge der Veröffentlichung der Leistungen der Maschinen war, dafs man der Unterhaltung und Wartung derselben wieder eine gröfsere Aufmerksamkeit und Sorgfalt widmete, und hierdurch schon am Ende des Jahres 1812 die durchschnittliche Leistung von 21 in den Rapporten aufgeführten Maschinen zu 19,300,000 erhielt.

Im Jahre 1813 von 29 Maschinen zu = 19,500,000
Im Jahre 1814 von 32 Maschinen zu = 20,600,000.

Die beste Maschine, the Stray Park engine, von 80 Zoll Cylinderdurchmesser nach Boulton Watt'schem Princip, gab in dem letztern Jahre als durchschnittliche Leistung von 12 Monaten 32,000,000; die schlechteste zu Pelladrea von 24 Zoll Cylinderdurchmesser = 10,750,000.

Man war jetzt also auf demselben Standpunkt wie im Jahre 1800, wo das Interesse Watts für diese Maschinen durch Erlöschung seines Patents aufhörte.

Wenn gleich Hornblower schon im Jahr 1781 auf die Expansion des Dampfes in 2 Cylindern von verschiedenen Durchmessern, also auf das von Woolf später verfolgte System, und Watt 1782 auf die Expansion des Dampfes in einem Cylinder, übereinstimmend mit dem von Trevithick später verfolgten System, Patente nahmen, und auch viele Maschinen mit Expansion errichteten, so blieb doch das Maximum der Leistung bis zum Jahr 1800 = 27,000,000 und bis zum Jahr 1814 = 32,000,000, wie oben angegeben.

Von jetzt ab verfolgte man das System der Expansion mehr und wandte dasselbe in einem ausgedehnten Maasstabe an, indem man, statt des bis zu einer Atmosphäre gespannten Dampfes, sich des bis zu mehren Atmosphären gespannten bediente, und denselben in den von Trevithick zuerst construirten cylindrischen Kesseln mit umwendiger Feuerung erzeugte. Diese Kessel wurden Cornwallsche genannt und die mit ihnen arbeitenden Maschinen, Cornwallsche Maschinen.

Woolf brachte mit einer nach seinem System erbauten einfach-wirkenden Wasserhaltungsmaschine auf Wheal Abraham die Leistung noch im Jahr 1814 bis zu 52,000,000, mit einer anderen, auf Wheal Vor errichteten, im J. 1815 zu 50,000,000 Pfd. Eben so thätig war man aber auch in der Verfolgung des andern Systems von Watt und

Trevithick, des Systems der Expansion in einem Cylinder.

Auf einer Grube von Dolcoath errichteten 1816 die Hrn. Jeffree und Gribble, Schüler von Trevithick, eine Wasserhaltungsmaschine, welche 40,000,000 und in 1817 sogar 44,000,000 als Leistung gab.

Bis zum Jahr 1820 wurden Maschinen nach beiden Systemen in Cornwall gebauet, und hierdurch bei der Vergleichung beider Systeme die Erfahrung gemacht, dafs die Expansion iu einem Cylinder den gröfsten Vortheil bei der einfachsten Construction gewähre.

Selbst Woolf verstand sich dazu, durch den Einflufs von John Taylor bewogen, auf den Consolidated Mines eine Maschine mit einem Cylinder von 90 Zoll Durchmesser und 10 Hufs Hub zu errichten.

Seit dieser Zeit verschwinden die Woolf'schen Maschinen in Cornwall, und ich habe nicht eine auf den dortigen Gruben gesehen.

Auch 2 Hochdruckmaschinen ohne Condensation „Puffer" genannt, wurden 1806 durch Trevithick auf der Dolcoath mine in Cornwall errichtet. Derselbe war Anfangs sehr sanguinisch in seinen Hoffnungen über ihre Leistungen, und bauete noch einige in der Nachbarschaft, überzeugte sich jedoch bald bei dem ferneren Gebrauch derselben, dafs sie den Condensationsmaschinen weit nachständen und nie hat man eine nicht condensirende Maschine in Cornwall wieder errichtet.

Wo Mangel an Condensationswasser und beschränkter Raum es nicht gebieten, eine Hochdruckmaschine aufzustellen, sollte man nicht den einmal erzeugten Dampf fast nur zur Hälfte benutzen, und zum grofsen Theil in die freie Luft verpuffen lassen.

Die durchschnittliche Leistung der gröfseren Cornwall'schen Maschinen in den Jahren 1815 bis 1843 ergiebt sich aus folgender Tabelle. Sämmtliche Maafse sind englische.

| Jahr | Zahl der im Rapport angegebenen Maschinen. | Durchschnittliche Leistung 1 Fuſs hoch mit 94 Pfd. Kohlen. | Die beste Maschine | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Namen der Zechen | Beschreibung | Ingenieur | Höchste Leistung 1 Fuſs hoch mit 94 Pfd. Kohlen. |
| 1815 | 35 | 20,500,000 | Wheal Abraham | Zwei Cylinder | Woolf | 52,800,000 |
| 1816 | 35 | 23,000,000 | — | — | — | 56,900,000 |
| 1817 | 35 | 26,500,000 | — | — | — | 52,800,000 |
| 1818 | 36 | 25,400,000 | — | — | — | 47,500,000 |
| 1819 | 40 | 26,300,000 | Dolcoath | Ein Cylinder von 76 Zoll | Jeffree et Gribble | 46,830,000 |
| 1820 | 46 | 28,700,000 | Wheal Abraham | Zwei Cylinder | Woolf | 50,441,490 |
| 1821 | 45 | 28,300,000 | Treskerby | Pole Engine | Sims | 47,959,000 |
| 1822 | 52 | 28,900,000 | Wheal Abraham | Zwei Cylinder | Woolf | 47,300,000 |
| 1823 | 52 | 28,200,000 | — | — | — | 51,000,000 |
| 1824 | 49 | 28,300,000 | Polgooth | 80 Zoll Cylinder | Sims et Richardt | 46,900,000 |
| 1825 | 56 | 32,000,000 | — | — | Grose | 54,000,000 |
| 1826 | 51 | 30,500,000 | Wheal Vor | — | — | 50,000,000 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1827 | 51 | 32,100,000 | Wheal Towan | — | — | 62,200,000 |
| 1828 | 57 | 37,000,000 | — | — | — | 67,800,000 |
| 1829 | 53 | 41,700,000 | — | — | — | 82,000,000 |
| 1830 | 56 | 43,300,000 | — | — | Richards | 77,900,000 |
| 1831 | 58 | 43,400,000 | — | — | — | 77,700,000 |
| 1832 | 59 | 45,000,000 | Wheal Vor | — | West | 91,400,000 |
| 1833 | 56 | 46,600,000 | — | — | — | 88,500,000 |
| 1834 | 52 | 47,800,000 | Fowey Consols | — | Eustis | 97,900,000 |
| 1835 | 51 | 47,800,000 | — | — | West | 95,800,000 |
| 1836 | 61 | 46,600,000 | Wheal Darlington | — | Eustis | 95,400,000 |
| 1837 | 58 | 47,000,000 | Fowey Consols | — | West | 85,000,000 |
| 1838 | 61 | 50,000,000 | Wheal Darlington | — | Eustis | 78,100,000 |
| 1839 | 52 | 55,000,000 | Fowey Consols | — | West | 77,800,000 |
| 1840 | 54 | 54,000,000 | Wheal Darlington | — | Eustis | 81,700,000 |
| 1841 | 56 | 54,700,000 | United Mines | 85 Zoll Cylinder | Hocking et Loam | 101,900,000 |
| 1842 | 49 | 53,800,000 | — | — | — | 107,500,000 |
| 1843 | 36 | 60,000,000 | — | — | — | 96,100,000 |

Diese aufserordentlichen Leistungen in diesem Zeitraume wurden erreicht:

1) durch einen höheren Grad der Expansion des Dampfes, indem stärkerer Dampf gebraucht und derselbe früher abgesperrt wurde;
2) durch eine beträchtliche Vermehrung der Kessel-Oberfläche im Verhältnifs zu der Menge des verdampften Wassers und des verwandten Brennmaterials,
3) durch eine sorgsamere Behandlung des Verbrennungsprocesses,
4) durch die Verbesserung der kleinern Details der Maschine und der Construction der arbeitenden Theile, vorzüglich des Pumpenwerks und
5) durch eine scrupulöse Sorge, allen Wärmeverlust zu vermeiden.

Es machten sich in diesem Zeitraum besonders verdient der Capitain Samuel Grose, der im Jahr 1825 auf Wheal Hope eine Maschine errichtete, welche 2 Jahre später 62,200,000 Pfd. leistete, und William West, der im J. 1834 auf der Grube Fowey Consols eine Maschine errichtete, welche bei dem Versuche durch eine erwählte Commission 125,000,000 Pfd. leistete.

Der Erstere erreichte das günstigste Resultat, hauptsächlich durch die Einführung eines wirksamern Systems zur Vermeidung jeder unnöthigen Condensation, oder jedes unnöthigen Verlustes an Wärme; der Zweite durch eine stärkere Expansion mit Benutzung der Erfahrungen aller übrigen Ingenieure.

Bei meiner Anwesenheit in Cornwall war die Taylor Engine auf den United mines in ihrer durchschnittlichen Leistung die stärkste, indem dieselbe seit dem Jahr 1841 keinen Monat unter 96,100,000 Pfd. gehoben hatte.

Als eine interessante Uebersicht will ich hier noch die von Hrn. Lean im J. 1835 berechnete Tabelle anschliefsen, welche den Zweck hat, die Ersparung zu zei-

gen, die sich durch die Verbesserung der Maschinen seit dem J. 1814 in dem Cornwaller Bergdistrict herausgestellt hat.

Sämmtliche Angaben sind in englischen Maafsen.

| Zahl der Maschinen und Durchmesser des Cylinders. | Bushels Kohlen, welche im J. 1835 bei jeder Maschine verbrannt sind. | Total-Betrag der Bushels Kohlen, die im J. 1835 verbrannt sind. | Betrag der Bushels Kohlen, welche verbrannt sein würden, bei den mittleren Leistungen vom J. 1814. |
|---|---|---|---|
| **Wasserhaltungs-Maschinen.** | | | |
| 24 Maschinen unter 30 Zoll . | 5,650 | 135,600 | 323,725 |
| 23 Maschinen von 30 zu 40 Zoll | 9,115 | 209,645 | 346,845 |
| 10 Maschinen von 40 zu 50 Zoll | 12,557 | 125,570 | 284,816 |
| 14 Maschinen von 50 zu 60 Zoll | 12,931 | 181,034 | 439,465 |
| 17 Maschinen von 60 zu 70 Zoll | 15,038 | 255,646 | 570,899 |
| 10 Maschinen von 70 zu 80 Zoll | 23,857 | 238,570 | 492,203 |
| 6 Maschinen von 80 zu 90 Zoll | 33,501 | 201,006 | 403,798 |
| **Stampf-Maschinen.** | | | |
| 14 Maschinen unter 30 Zoll . | 9,726 | 136,164 | 743,634 |
| **Förder-Maschinen.** | | | |
| 66 Maschinen unter 30 Zoll . | 2,821 | 186,186 | 444,493 |
| Gesammter jährlicher Verbrauch in Bushels . . . . . | . . . | 1,669,421 | 4,049,878 |
| Gleich tons . . . | | 69,559 | 168,745 |
| Die Tonne zu 17 Schilling incl. Fuhrlohn . . . . . | . . . | Pf. St. 59,125 | Pf. St. 143,433 |
| Was eine jährliche Ersparung an Brennmaterial zum Betrage von . . . . . | . . . | . . . | Pf. St. 84,300 |

= 562,000 Thlr. ergiebt.

Würde für die jetzigen Resultate eine solche Tabelle aufgestellt, so möchte sich die Ersparung, da die mittlere Leistung von 48,000,000 zu 54,000,000 gestiegen ist, auf 107,000 Tonnen Kohlen zum Betrage von 90,000 Pf. St. = 600,000 Thlr. belaufen. Nach diesen Resultaten kann man die Verwunderung nicht unterdrücken, dafs von der Mehrzahl der London-, Manchester- und Birmingham-In-

genieure in der letzten Hälfte des vorigen Jahrzehents, ja selbst jetzt noch von Einigen die Richtigkeit der zu Cornwall mit den dortigen Maschinen erlangten Erfolge bezweifelt worden ist und daſs es möglich ist, in den andern Grafschaften Englands so weit hinter Cornwall in der Construction der Dampfmaschinen zurückzubleiben.

Nach einem Bericht des Ingenieur Palmer (Transactions of the Institution of civil engineers Vol. II. p. 33) war die Leistung der besten Bolton-Watt'schen Maschine im Jahre 1837 etwa 24,000,000 Pfd, welche mit 1 Bushel Kohlen 1 Fuſs hoch gehoben wurden, und zu Cornwall war dieselbe etwa 84,000,000 Pfd., also das 3,5fache der Boulton-Watt'schen. Hieraus mochte hervorgehen, daſs man auf dem Continent von den praktischen Fähigkeiten und praktischem Sinne der Gesammtheit der englischen Ingenieure einen zu hohen Begriff hat, und daſs dieselben bei der Unzahl von Dampfmaschinen, die seit 40 Jahren in England erbauet worden, in diesem Zeitraume, die Cornwall'schen Ingenieure ausgeschlossen, sehr wenig in der Verbesserung der Dampfmaschinen geleistet haben. Ihre Patente, auf künstliche Condensations- und Kesselconstructionen, auf Rauch verzehrende Apparate und Kohlen ersparende Schürvorrichtungen, haben weder für den mechanischen noch für den ökonomischen Effect der Dampfmaschinen einen erheblichen Fortschritt veranlaſst. Bezeichnend ist die Stelle in jenem Bericht des Ingenieurs Palmer:

„Unser verstorbener Präsident Telford pflegte zu sagen: gebt mir Thatsachen, denn eine Thatsache wiegt tausend Argumente auf. Sind die Mittheilungen, welche den cornwaller Mechanikern, deren Zuverlässigkeit ich gar nicht bezweifle, öffentlich bekannt machen, richtig, so muſs ich das Schicksal anklagen, welches unsere Cornwaller Freunde so auffallend begünstigt, daſs sie in Cornwall Resultate erlangen, welche die Londoner, Manchester und Birmingham Mechaniker nicht erreichen können. Ich für

meinen Theil mufs um Entschuldigung bitten, wenn ich mein Erstaunen ausdrücke, dafs der in Rede stehende Gegenstand nicht schon lange durch Aufstellung einer Maschine in London, die 70,000,000 Pfd. Wasser — ich verlange gar nicht 120,000,000 Pfd. — einen Fufs hoch mit einem Aufwande von einem Bushel Kohlen, zu fördern im Stande ist, beseitigt und aufgeklärt worden ist. Geschieht dies, so will ich der Erste sein, der dieses Resultat als die gröfste That eines Menschen in dieser Beziehung begrüfst, und den Cornwaller Mechanikern den Antheil an Lob spenden, welches sie höchlichst verdienen, indem sie nicht allein zur Förderung der Wissenschaft, sondern überhaupt für Handel und Industrie wohlthätig gewirkt haben."

in deren Gegensatz, — wie man aus Wicksteed's Schrift: on the Cornish Engine, ersieht, — die Leistung der zu London noch in demselben Jahre, in welchem jener Bericht vorgetragen ward, auf den East London Waterworks aufgestellten Cornwall'schen Maschine etwa 97,000,000 Pfd. Wasser 1 Fufs hoch mit dem Aufwande von 1 Bushel Kohlen gehoben, gewesen ist.

Ich gehe nun zu der Beschreibung der einzelnen Theile der Cornwall'schen Maschinen über, in so weit dieselben sich von den Boulton-Watt'schen unterscheiden.

### Die Förder- und die Stampf- oder Pochdampf-Maschinen.

Diese sind theils einfach, theils doppeltwirkend, variiren in Durchmessern bis 36 Zoll, haben Schwungrad und Ventilsteuerung und arbeiten bei hohem Druck mit Condensation und Expansion.

Die Stampf-, Poch- und Fördervorrichtungen sind die gewöhnlichen.

Man sieht noch viele Fördertrommeln, die durch ein konisches Räderwerk in Umgang gesetzt werden.

Die Leistungen der Fördermaschinen gehen bis zu 25,000,000 und die der Stampf- oder Pochmaschine zu 71,000,000 Pfd.

Diese Maschinen sind übrigens, bis zu den die Kraft übertragenden Theilen, ebenso construirt wie die Wasserhaltungsmaschinen.

### Die Wasserhaltungs-Dampfmaschinen.

Diese sind jetzt sämmtlich einfach wirkend, und arbeiten alle ohne Ausnahme mit Condensation und Expansion. Die gröfsten vorkommenden Dimensionen sind:

| | | |
|---|---|---|
| der Cylinderdurchmesser | = | 90 Zoll im Lichten |
| der Dampfkolbenhub | = | 12 Fufs |
| der Pumpenkolbenhub | = | 10 - |
| die Kessellänge | = | 44 - |
| der Kesseldurchmesser | = | 7 - |
| der Feuerrohrdurchmesser | = | 4½ - |

Der höchste Dampfdruck im Kessel für 1 Quadratzoll = 55 Pfd. Die gröfste Teufe aus der sie heben = 324 Lachter, 2160 Fufs. Der längste Druckpumpensatz = 90 Lachter. Die weitesten Pumpenröhrendurchmesser = 20 Zoll im Lichten und die bedeutendste Belastung = 112,000 Pfd. Wasser.

Der Cylinder ist immer mit einem Mantel von Gufseisen umgeben, welcher zwischen sich und dem erstern einen 1 Zoll weiten Spielraum läfst. Derselbe erhält nur an seinem obern Theile eine Flausche, und wird, indem er oben und unten auf seiner Aufsenfläche abgedrehet, in den Mantel, der entsprechend in der innern Fläche ausgebohrt ist, so genau wie möglich eingepafst, und dann auf die gewöhnliche Weise in den Schliefsungsflächen eingekittet.

Der Zwischenraum zwischen Mantel und Cylinder ist mit den Kesseln durch eine Röhre von etwa 4 Zoll Durchmesser verbunden und auf diese Weise fortwährend mit

Dampf gefüllt, so dafs die Wände des Cylinders die Temperatur des in den Kesseln erzeugten Dampfes annehmen.

Hierdurch wird bewirkt:

1) dafs der im Cylinder bei dem Niedergange des Kolbens expandirende Dampf durch die Berührung der Wände des Cylinders keine Wärme, folglich auch keinen Effect verliert, vielmehr noch von dieser Wärme aufnehmen, und an Spannung gewinnen kann.

2) Dafs der Cylinderdurchmesser in allen Querschnitten bei derselben Temperatur der ganzen Cylinderumfangsfläche derselbe und daher der Kolben dicht bleibt, was bei einer einfach wirkenden Maschine, wenn kein Mantel vorhanden ist, (indem der Dampf fortwährend von oben einströmt, den oberen Theil des Cylinders mehr erwärmt, als den untern) nicht der Fall sein kann, da hierdurch der obere Durchmesser des Cylinders gröfser als der untere wird, mithin bei dem Gange der Maschine eine Undichtigkeit des Kolbens entstehen mufs.

Damit die in diesem Zwischenraume sich condensirenden Wasser den Kesseln, welche immer mit der obersten Linie ihrer Haube unter dem Cylinderboden liegen, wieder zufliefsen, befindet sich in dem Boden des Cylinders eine Röhre, welche nach dem Wasserraum der Kessel führt, und diesen durch den Zwischenraum mit dem Dampfraum derselben in Verbindung stellt, so dafs eine freie Communikation des Dampfes um den Cylinder statt findet.

Der gufseiserne Mantel wird vor der Ausstrahlung und Mittheilung der Wärme durch Umgebung mit einem hölzernen Mantel geschützt, und der Zwischenraum zwischen beiden Umhüllungen von 12 Zoll und darüber mit schlecht leitenden Materialien, wie Sägespähne, Asche, Kuhhaare (jetzt meistens Filz) umgeben. Häufig begnügt man sich auch damit nicht, und läfst zuerst auf den gufseisernen Mantel eine Luftschicht, dann eine Mauerstein-

wahrscheinlich, dann einen stärkeren Mörtelbewurf, und hierauf eine hölzerne Bekleidung folgen.

Durch die Umhüllung der besten Cornwall'schen Maschinen wird es bewirkt, daß die Temperatur der Außenseite des Cylinders nicht über 70—80° Fahr. steigt, und die Atmosphäre in der Maschinenstube nur wenige Grade wärmer als die äußere ist. Am 7. October 1843 fand ich die Temperatur der äußeren Luft auf den United Mines zu 58° Fahr., die der Luft in der Maschinenstube der Taylor-Maschine zu 66°, die der äußersten Umhüllung des Cylinders zu 74° und die der äußersten Bedeckung der Kessel zu 86° Fahr., während der Dampf innerhalb des Kessel eine Temperatur von 283° Fahr. besaß.

Der Cylinderdeckel ist mit einer Kappe von Blech versehen, welche ebenfalls eine starke Lage Silicatine, Asche, Haare oder Filz, die unmittelbar auf dem Deckel angebracht ist, umschließt. Früher machte man auch den Cylinderdeckel doppelt, und ließ Dampf hindurchgehen; man ist davon zurückgekommen, weil das Abnehmen der Dampfleitungsröhren bei dem Abnehmen des Cylinderdeckels mit vielen Schwierigkeiten verbunden war.

Der Cylinderboden pflegt auch doppelt zu sein, wohl aber mit Unrecht und wahrscheinlich von doppeltwirkenden Maschinen auf einfachwirkende übertragen; denn die höhere Temperatur des Bodens kann nur die Condensirung der Dämpfe nach geleisteter Wirkung verzögern und Nichts nützen, da sie mit dem wirkenden Dampfe nicht in Berührung kommt.

Die Stopfbüchse ist von besonderer Construction. In der Mitte der Packung, so daß dieselbe in 2 bestimmte Lagen getheilt wird, befindet sich eine kleine Kammer durch zwei Messingringe gebildet, die durch kurze runde, gleich lange Stäbchen in einer bestimmte Entfernung von einander gehalten werden, und der Kolbenstange einen freien Durchgang erlauben.

In diese Kammer tritt durch eine kleine Röhre aus dem Mantel Dampf. Der Zweck dieser Anordnung ist, jedes Eindringen von atmosphärischer Luft in den Cylinder unmöglich zu machen, wenn die Pressung des Dampfes in demselben bei der Expansion unter die der Atmosphäre hinabsinkt, was bei den meisten Maschinen während einer guten Strecke des Hubes der Fall ist.

Durch das Eindringen der Luft geht das Vacuum verloren, und da dies leicht durch ein Leckwerden in der Packung entstehen kann, so ist es wesentlich, in einem solchen Falle die Luft zurückzuhalten. Es geschieht durch die angegebene Vorrichtung, weil die Spannung des Dampfes in den Dampfkammern der Stopfbüchse, die der Luft immer bedeutend übersteigt, und ihr daher einen Durchgang nicht gestattet. Ein geringes Entweichen des Dampfes aus der Kammer in die freie Luft, wenn die Packung undicht wird, ist im Vergleich mit dem Uebel, das durch den Zutritt der Luft hervorgebracht wird, von keiner Bedeutung. Die Ringe, welche die Dampfkammer bilden, haben so viel Spielraum in der Stopfbüchse, dafs sie mit der Packung niedergeschraubt werden können.

Der Kolben. Die Construction des Kolbens, der Kolbenstange, deren Befestigung in dem Kolben, und die Parallelbewegung sind die gewöhnlichen, wie sie sich bei allen neueren Wasserhaltungsmaschinen finden; dagegen ist die Verbindung der Kolbenstange mit dem Querstück der Parallelbewegung verschieden, wie aus der Zeichnung Fig. 4 hervorgeht. In dem oberen Theil der Kolbenstange, bei den gröfseren Maschinen 9 Zoll etwa unter der Oberkante, ist ein $\frac{7}{8}$ Zoll tiefer Einschnitt von 6 Zoll Höhe, wie er auf der Zeichnung punktirt angedeutet ist, eingedreht, und in demselben ein schmiedeeiserner Ring von $1\frac{1}{4}$ Zoll Stärke, der aus zwei Hälften gebildet wird, genau eingepafst, so dafs er $\frac{7}{8}$ Zoll über der Cylinderstange hervorsteht. Durch diesen Ring wird die Befestigung der letztern in dem

Querstück bewirkt. Dieses Querstück ist ganz von Gufseisen und mit dem Zapfen aus einem Stück. In ihm ist in der Mitte die Oeffnung zur Aufnahme der Cylinderstange so angebracht, dafs der obere Theil derselben für den äufsern Durchmesser des schmiedeeisernen Ringes und der untere für den Durchmesser der Cylinderstange ausgebohrt ist, wodurch innerhalb der Oeffnung eine ¼ Zoll starke Brust stehen bleibt. Soll das Querstück auf der Kolbenstange befestigt werden, so wird zuerst die letztere durch die Oeffnung des erstern gebracht, bis der eingedrehte Einschnitt oberhalb erscheint; dann werden die beiden Hälften des schmiedeeisernen Ringes in den Einschnitt der Kolbenstange und höher um dieselbe gepafst, und hierauf die Stange mit dem schmiedeeisernen Ringe in dem Querstück zurückbewegt, bis der Ring, ganz hineingezogen, auf der Brust des Querstücks ruhet; so dafs, wenn die Cylinderstange ferner hinunter zu gehen strebt, der Ring, festgehalten in dem Einschnitte, sich gegen die Brust setzt, das Querstück mit sich hinabführt, und so die nöthige Verbindung zwischen dem Querstück und der Kolbenstange auf die einfachste und stärkste Weise ohne Hülfe von Schrauben oder Schlüsseln herstellt. — Das Querstück kann auch mit der gröfsten Leichtigkeit von der Cylinderstange wieder abgezogen werden, wenn man es auf dieser hinunterschiebt, bis die beiden Hälften des Ringes hervorragen und dieselben fortnimmt.

Der Hauptvortheil dieser Anordnung für einfach wirkende Maschinen gegen die gewöhnliche mit Schlüsseln oder Schrauben besteht jedoch darin, dafs das Querstück auf der Cylinderstange in der einen Richtung fest, in der andern dagegen verschiebbar ist. Hierdurch erhält dasselbe die Freiheit, sich, — wenn einmal die Masse des Balanciers und der Gestänge ein zu grofses Moment erlangen, und die Maschine bei dem Niedergange des Kolbens durchschlagen sollte, indem die Federbalken oder Fanghölzer

Fehler hätten, — nachdem der Cylinderboden von der Unterkante des Kolbens erreicht sein würde, auf der Kolbenstange hinab zu bewegen, wodurch dem noch übrig bleibenden Moment, ohne ferneren Nachtheil anzurichten, Zeit gelassen würde, sich zu erschöpfen. Der Fall, dafs der Cylinderboden und mehre mit ihm verbundene Theile bei einem zu heftigen Durchgange der Maschine zerschmettert worden sind, ist auch in den hiesigen Revieren binnen einigen Jahren schon vorgekommen, weshalb diese Construction wohl zu empfehlen ist.

An dem Querstück sind die Zapfen nach oben durch angegossene Backen verstärkt, wobei zu bemerken ist, dafs sich diese Verstärkungsrippen über die tragenden Theile der Zapfen wohl anbringen lassen, da keine Lager auf der obern Seite der Zapfen liegen, indem der Zug immer nur nach einer Richtung, nämlich senkrecht nach unten ist. Die Zapfen werden auf diese Weise durch die bedeutende Höhe stärker als schmiedeeiserne.

Die Liederung der Kolben geschieht meistens mit Hanfschnüren.

Der Balancier ist bei den gröfseren Maschinen aus 2 Platten, die bisweilen auch durchbrochen sind, construirt. Diese Platten liegen nicht wie bei den hiesigen Maschinen unmittelbar neben einander in der Mitte der Balancierachse, sondern 2 bis 2½ Fufs aus einander so nahe wie möglich den Angewägebalken, und nehmen zwischen sich die Parallelbewegung und die Bewegungsstangen für die verschiedenen Pumpen auf. Hierdurch wird die Balanciermittelachse näher an den Unterstützungspunkten von der Last angegriffen, und so der Widerstand durch die relative Festigkeit bedeutend vergröfsert. Eben so gewinnen die beiden Achsen in den Köpfen des Balanciers an Widerstandskraft, da sie zwischen zwei Unterstützungspunkten (statt sonst gewöhnlich nur an einem) befestigt sind und angegriffen werden.

Das innere Ende des Balanciers oder dasjenige, welches mit der Kolbenstange in Verbindung steht, ist immer länger als das äufsere, welches das Gestänge führt, und zwar in dem Verhältnifs von 10:7 bis 9. Diese Einrichtung ist deshalb getroffen, damit der Pumpenkolben eine geringere Geschwindigkeit erhält als der Cylinderkolben, so dafs das Wasser, welches gröfsere Reibung an den Wänden der Arbeits- und Saugröhren als der Dampf in den Zuleitungsröhren und im Cylinder erfährt, besser folgen kann.

Die Fanghörner an der Cylinderseite des Balanciers sind in gewöhnlicher Art angebracht. Bisweilen ist mit den Fanghölzern eine Schelle verbunden, um die Maschinenwärter, wenn die Maschine bei zu stark gespannten Dämpfen zu weit durchgeht, und daher die Hölzer berührt, durch das Läuten der Schelle zu warnen und ihnen anzuzeigen, die Oeffnung entweder des Regulirungs- oder des Dampfzulassungsventils etwas zu vermindern.

Die Lager des Balanciers ruhen auf gufseisernen Böken (Fig. 5), durch welche hindurch die Angewägebalken gehen, so dafs zwischen den Lagern und der obern Quaderecke des Balancierpfeilers sich kein Holz befindet. Dieser Balancierpfeiler hat oben eine Stärke bis 6 Fufs.

Die Steuerung ist, so wie die Construction der Ventile, die gewöhnliche. Jedoch hat jedes der 3 arbeitenden Ventile seine besondere Achse und seine eigene Hebung.

Das Regulirungsventil, das eben so construirt wie die arbeitenden, ist während des Ganges der Maschine fortwährend geöffnet, und wird durch den Wärter vermittelst einer Mikrometerschraube mit der Hand gestellt. Es hat dieselben Dimensionen wie das Dampfzuleitungsventil, nämlich einen Durchmesser zwischen $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ des Cylinderdurchmessers.

Das Gleichgewichtsventil, durch dessen Aufgang der

Dampf, welcher sich über dem Kolben befindet, unter denselben geht, ist bisweilen eben so grofs wie die beiden erstgenannten, bisweilen etwas gröfser. Das Condensationsventil hat immer einen bedeutend gröfsern Durchmesser, als das Dampfzulassungsventil, gewöhnlich in dem Verhältnifs von 2:3 oder $\frac{1}{4}$ des Cylinderdurchmessers und selbst darüber, um eine möglichst schnelle Entweichung der Dämpfe zum Condensor zu veranlassen. Es versteht sich von selbst, dafs die zum Condensor und zur Luftpumpe führende Röhre den Dimensionen des Ventils entspricht. Diese wird schräge geführt, damit auf dem Boden des Cylinders, der auch ein wenig dahin abfällt, kein Wasser stehen bleibt. Sämmtliche Ventile sind so angebracht, dafs für jedes in dem Dampf- oder Ventilkasten ein Deckel vorhanden ist, durch dessen Abschrauben man leicht und bequem zu jedem derselben gelangen kann.

Der Dampfkasten oder die einzelnen Dampfkästen, in denen die Ventile ihre Sitze haben, sind mit Mänteln, meistens von Eisenblech, oben, von den Seiten und unten umgeben, welche sauber mit Gliederungen oder mit andern Decorationen versehen sind. Sie lassen 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll mindestens freien Raum zwischen sich und den Dampfkasten, welcher mit Sägemehl, Asche oder mit andern schlechten Wärmeleitern angefüllt ist.

Der Kataract. Dieser Apparat dient zur Regulirung der Anzahl Hübe in der Minute, um diese nach den Wasserzuflüssen in der Grube zu bestimmen. Gewöhnlich ist nur ein Kataract zur Oeffnung des Condensations- und Dampfventils vorhanden, so dafs durch diesen allein die Pause zwischen je zwei Hüben bestimmt wird. Zwei Kataracte, der zweite zur Oeffnung des Gleichgewichtsventils, habe ich nur an der Maschine auf den East London Waterworks gesehen.

Dafs in der Anbringung eines Kataractes zur Bewirkung der Pausen am Ende eines jeden Hubes, ein Grund

für den gröfseren Effect der Cornwall'schen Wasserhaltungsmaschine zu suchen sei, wie in dem Auszuge aus dem Tagebuche eines Reisenden durch Grofsbritanien und Belgien im Jahre 1841 (Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses in Preufsen. 1842 1. Lieferung) angenommen worden, ist irrig, denn die Kataracte finden sich auch bei den Watt'schen Maschinen.

Nach der Behauptung des Verfassers:

„Durch die Hervorbringung der Pausen am Ende eines jeden Kolbenhubes wird den bei dem nächst vorhergehenden Hube benutzten Dämpfen Zeit zu ihrer vollständigen Condensation gegeben. Der Raum im Condensator ist daher im Augenblick der niedergehenden Bewegung des Kolbens, wo die Maschine die ungeheure Masse des Pumpengestänges u. s. w. aus Ruhe in Bewegung setzen mufs, beinahe ganz luftleer, während bei den Watt'schen Maschinen die Condensation erst dann eingetreten ist, wenn der Kolben ungefähr ein Viertel seines Hubes vollendet hat;"

scheint derselbe der Ansicht zu sein, dafs die Condensation während der ganzen Pause zwischen je zwei Huben statt fände. Dem ist aber nicht so, denn das Dampfcondensations- und das Einsprützventil sind mit einander so verbunden, dafs die beiden letztern sich gleichzeitig öffnen und schliefsen, das Dampfventil aber einen Augenblick später geöffnet wird. Deshalb ist die Condensation von der Pause, die durch den Kataract zwischen je zwei Hüben bewirkt wird, ganz unabhängig, und es ist für den Effect einer Maschine gleichgültig, ob sie in der Minute 2 oder 8 Hübe macht.

Bei weniger Hüben als 2, also bei längeren Pausen, in welchem die Condensation ganz ausgezeichnet sein müfste, tritt das Gegentheil ein; die Maschine condensirt schlechter, was in der Unvollkommenheit der Ventile liegt,

die immer einige Dämpfe, wenn auch noch so wenige durchlassen.

Weshalb mufs selbst bei den vorzüglichsten Maschinen nach gröfseren Pausen durchgeblasen werden?

Der Verfasser hat die kleine Pause, welche zwischen dem Oeffnen des Condensationsventils und des Dampfventils, die hervorzubringen von dem Kataracte unabhängig ist, mit der durch den Kataract bewirkten Pause zwischen je zwei Hüben verwechselt.

## Die Condensationsapparate.

Der Condensor und die Luftpumpe stehen immer auf der Schachtseite der Maschine und nicht neben dem Dampfcylinder, theils um mehr und bequemeren Raum für die Anbringung des Kataracts und der Steuerung zu gewinnen, — theils um während der Ausströmung des Dampfes auf den Kolben und während dessen Niedergange die Luftpumpe wirken zu lassen, und so unter dem Dampfkolben ein besseres Vacuum herzustellen, theils um die Cysternen und Luftpumpen kälter zu erhalten, indem sie aufserhalb des Gebäudes und von dem Cylinder entfernt stehen.

Der Condensor hat gewöhnlich dieselben Dimensionen wie die Luftpumpen, etwa die Hälfte des Durchmessers des Dampfcylinders zum Durchmesser.

Die Einspritzung in denselben geschieht zugleich mit dem Oeffnen des Condensationsventils, einen Moment vor Beginn des Hubes der Maschine, und dauert so lange, bis der Hub vollendet ist; hierauf schliefsen sich Condensations- und Einspritzungsventil. Die Luftpumpe hat gewöhnlich einen Hub gleich der Hälfte des Hubes im Dampfcylinder, sonst aber die übliche Construction.

Der ganze Deckel derselben pflegt wie ein Tellerventil construirt zu sein. Er dient als Ventil und schlägt in seiner äufsern Peripherie mit einer abgedrehten Fläche auf einen Sitz von hartem Holz, der in einer eingegossenen

ringförmigen Nuth eingekeilt und dann genau abgedreht ist. Diese Construction ist sehr bequem bei der Liederung des Kolbens, da sich dieser Deckel sehr leicht an der Luftpumpenstange aufschieben läfst. Die Construction der Kesselspeisepumpe ist die gewöhnliche.

Die Dampfkessel und deren Zubehör. Die Cornwall'schen Kessel sind sämmtlich cylindrische Kessel, mit flachen Köpfen und inwendigem excentrisch gelagertem Feuerrohr. Bisweilen findet man noch ein Siederohr in diesem Feuerrohre. Da man jedoch keinen Vortheil durch Anbringung desselben erreicht hat, indem auch der Kessel durch die Verbindung dieses Siederohrs mit dem Hauptkessel complicirter, so wie die Reinigung und Reparatur schwieriger wird, so ist man in der neuesten Zeit davon abgegangen und bei der ersten Form stehen geblieben. Dafs diese Form in jeder Hinsicht die beste ist, hat sich auch in den hiesigen Revieren bewährt, so dafs dieselben jetzt allgemein den cylindrischen Kesseln mit halbkugelförmigen Köpfen, den Watt'schen Kesseln und den Kesseln mit inwendigen oder mit darunter liegenden Siederöhren vorgezogen werden, und zwar aus folgenden Gründen:

1) lassen sie sich am genauesten anfertigen, weil sie die einfachste Construction haben;
2) lassen sie sich am leichtesten repariren, indem sie bequem um sich selbst gedrehet werden können, ohne das Mauerwerk abzubrechen;
3) werden sie vom Feuer weniger angegriffen, da die lebendigste Flamme das reinste Wasser über sich hat, also die Platten ihre Wärme ganz absetzen und von derselben nicht leiden;
4) sind sie aus den angegebenen Gründen und weil das Feuerrohr ihnen eine grofse Festigkeit giebt, die stärksten und dem Hochdruckdampf zu widerstehen am geeignetesten;
5) sind sie deshalb auch die Gefahrlosesten, wie die

Anzahl der Explosionen in Cornwall und in den hiesigen Revieren zeigt; bis jetzt ist hier nicht ein einziger Unglücksfall vorgekommen;

6) gebrauchen sie unter gleichen Verhältnissen die wenigsten Kohlen, weil sie die beste Verwendung der Hitze gestatten;

7) ist die Bewegung des Siedens im Kessel nicht so heftig, weil die Hauptverdampfung an der Oberfläche stattfindet, und nicht unten wie bei den übrigen Kesseln, wo sämmtliche Dampfblasen nach oben aufsteigen müssen;

8) reifst hiernach, bei der ruhigeren Oberfläche des Wasserspiegels, der aus ihnen nach dem Cylinder übergehende Dampf weniger Wasser mit in denselben über.

Die Kessel sind in ihren Dimensionen nicht sehr von einander verschieden; sie haben mehr und weniger dieselben Proportionen.

Die gröfsten Kessel, die ich gesehen, hatte die Hocking's engine auf den United mines und die Davey's engine auf den Consolidated mines. Erstere waren 44 Fufs lang und $6\frac{1}{2}$ Fufs im Durchmesser und hatten ein Feuerrohr von 4 Fufs Durchmesser, letztere waren 37 Fufs lang, 7 Fufs im Durchmesser und hatten ein Feuerrohr von $4\frac{1}{3}$ Fufs Durchmesser.

Die kleinsten hatte die Taylor Engine auf den United mines. Sie waren 32 Fufs lang, $5\frac{3}{4}$ Fufs im Durchmesser und hatten ein Feuerrohr von $2\frac{3}{4}$ Fufs Durchmesser.

Die üblichste, den besten Effect gebende, und den wenigsten Reparaturen ausgesetzte Form der Kessel hält sich nahe bei folgenden Dimensionen:

der Durchmesser . . . . . = 6 Fufs
die Länge . . . . . = 30 bis 34 Fufs
der Durchmesser des Feuerrohrs = 3 Fufs.

Die Entfernung des Feuerrohrs von dem äußern Ringe des Kessels beträgt in der tiefsten Linie der Peripherie 5 bis 6 Zoll. In den hiesigen Revieren lasse ich dieselben 8 Zoll machen, um den Kessel bequemer reinigen und reparieren zu können. Der Wasserstand über dem Feuerrohr ist 3 bis 8 Zoll hoch; die Stärke der Bleche des äußern Ringes bis $\frac{7}{16}$ Zoll, die des Feuerrohrs und der Kopfplatten bis $\frac{5}{16}$ Zoll.

Der Rost liegt vorn in der halben Höhe des Feuerrohrs und hinten 3 bis 4 Zoll tiefer. Er ist 3 bis 7 Fuß lang. Die erstere Länge hatte der Rost der schon oben erwähnten Taylor Engine, welche im Jahr 1843 die größte Leistung gab. Die gewöhnliche Länge desselben ist 4 Fuß.

Die Feuerbrücke ist 9 Zoll stark aufgemauert, erhebt sich über der untern Oberkante des Rostes 12 bis 15 Zoll und bildet von vorn gesehen einen der obern Peripherie des Feuerrohrs folgenden Bogen, der für den Zug 9 bis 15 Zoll Höhe in der größten Dimension vom Feuerrohr übrig läßt.

Die Feuerthüren bewegen sich nicht in Angeln, sondern senkrecht nach oben in Leitungen; sie sind nach innen ausgemauert und contrebalancirt. Die Schüröffnung ist etwa 2 Fuß lang und 1½ Fuß hoch. Getragen werden die Kessel durch gußeiserne 5 bis 6 Fuß von einander entfernte Bleche. In den hiesigen Revieren bedient man sich schmiedeiserner Bügel, welche in dem Seitenmauerwerk der Züge befestigt sind. Diese gestatten ein besseres Reinigen des untern Zuges und setzen auch den entweichenden Gasen weniger Widerstand entgegen.

Das Mauerwerk der Züge, welche Nichts von der Last der Kessel zu leiden hat, schließt nur so nahe an denselben an, als zur Dichtigkeit der Züge nöthig ist, wodurch an der feuerberührten Fläche gewonnen und dem Hauptfeinde aller Kessel, dem Roste so wenig als möglich Feld eingeräumt wird. Sämmtliche Kessel, die während der letz-

ten 4 Jahre in den hiesigen Revieren der Reparatur bedürftig ausgebrochen worden sind, — bei etwa 100 im Betriebe stehenden Dampfmaschinen schon eine bedeutende Zahl — waren nur da hauptsächlich angegriffen, wo sie mit dem Mauerwerk in Verbindung standen und zwar mehr durch den Rost als durch das Feuer. Deshalb vermeide man auch die Traglappen; denn die Niete und Schrauben derselben zur Befestigung am Kessel werden immer mehr oder weniger leck, lassen das Wasser durch, befördern die Verrostung, und überbauen andererseits die Kessel, damit der herabfallende Regen, welcher von dem Mauerwerk, wenn kein Dach vorhanden, angesogen wird, nicht zur Oxydation der Kesselbleche beitrage.

Die Seitenzüge variiren in ihrer kürzesten horizontalen Entfernung vom äufsern Kesselringe 4 bis 9 Zoll. Das erstere Maafs traf ich bei der Taylor Engine der United mines. Sie schliefsen in einem Halbkreise an dem Kessel, etwa 3 bis 6 Zoll unter dem angenommenen Wasserstande in demselben, an. Ihre Höhe ist nahe gleich der Breite des untern Zuges, so dafs man, von der Wasserstandslinie aus, den untern Theil des Kesselringes in drei gleiche Theile theilen kann, um die zwei Seitenzüge und den untern Zug zu erhalten. Letzterer ist 15—18 Zoll hoch.

Das Feuer geht zuerst durch das Feuerrohr bis hinten, schlägt um das hintere flache Ende des Kessels rechts und links in die beiden Seitenzüge, geht an den Wänden des Kessels entlang nach vorn, senkt sich dann aus diesem in $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Fufs lange Verbindungszüge vorn unter dem Kessel in den untern Zug und von diesem in den Kanal, welcher zum Schornstein führt. Wo der Zug in den Kanal tritt, sind Schieber zur Regulirung des Feuers angebracht.

Diese Kanäle haben eine Breite von $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Fufs und eine Höhe von 5 Fufs, je nach der Gröfse der Kesselanlage und um bequem gereinigt werden zu können.

Die Schornsteine sind meistens rund, haben Durchmesser von 2½ bis 4 Fuſs und eine Höhe von 50 bis 70 Fuſs. Bei den neueren Anlagen giebt man den Schornsteinen kleinere Durchmesser, da alle Züge kleinere Dimensionen erhalten. Sind die beiden Seitenzüge und der untere Zug in ihren Querschnitten etwas gröſser als der Querschnitt des Feuerrohrs, und ist der Feuerkanal in seinem Querschnitt etwas gröſser als der Querschnitt sämmtlicher Züge, die in ihn münden, auch der Querschnitt des Schornsteins wieder etwas gröſser als der Querschnitt des Feuerkanals, so daſs hierdurch die Widerstände, welche durch das Brechen des Feuerstroms in den Biegungen der Züge des Kanals und des Schornsteins entstehen, zu einem Minimum gemacht werden, so wird jede weitere Vergröſserung der Dimensionen der Züge, des Feuerkanals und des Schornsteins nachtheilig wirken.

Daſs die Anordnung der Züge und die Leitung des Feuerstromes, so wie sie vorhin angegeben, die vortheilhafteste sei, geht aus Folgendem hervor:

1) Bei den Kesseln ohne Feuerrohr ist, wie bekannt, der Rost unmittelbar unter dem untersten Theil des Kessels angebracht. Der Feuerstrom, welcher unter der Bodenfläche entlang gegangen ist, schlägt nach oben und geht dann durch die Seitenzüge, welche höher liegen, nach dem Schornsteine hin. Die Folge davon ist, daſs das kälteste Wasser, als das dichteste und schwerste, immer am Boden des Kessels gefunden wird, der Feuerstrom zuerst an dieses seine Wärme absetzt, und hierauf, wenn er in den Seitenzügen zurückschlägt, statt eine kältere Oberfläche als die erstere zu finden, einer wärmern begegnet. Weil nun das Maſs der Abkühlung immer von der Differenz der Temperatur der Körper, die in Berührung sind, abhängt, so ergiebt sich hieraus, daſs in dem vorliegenden Fall der Anordnung der Züge, den vollkommensten und ökonomischsten Verbrauch des Brennmaterials nicht bezweckt

Bei den Kesseln mit Feuerrohr findet dagegen das Entgegengesetzte statt: der Feuerstrom stöfst zuerst gegen den obern Theil des Feuerrohrs, über welchem die höchsten und daher die wärmsten Schichten des Wassers liegen, geht dann längs den Seitenzügen an einer weniger warmen Oberfläche vorbei, und streicht zuletzt unter den Boden des Kessels, wo das kälteste Wasser sich befindet, nach dem Schornstein hin. Auf diese Weise wirkt der Feuerstrom, so wie er allmälig kälter wird, immer auch auf kälteres Wasser, und setzt seine freie Wärme, die er enthält, fortwährend ab.

2) Bei den Bulton Watt'schen Kesseln oder überhaupt bei denjenigen, wo der Feuerstrom, so wie er den Heerd verläfst, auf die kälteste Kesseloberfläche stöfst, wird durch die schnellere Absetzung der Wärme diese über dem Roste mehr sinken, als bei denen der Cornwall'schen Construction. Hierdurch wird bei den erstern eine nicht so vollkommene Verbrennung der durch das Feuerungsmaterial entwickelten Gasarten, welche einen höheren Hitzegrad verlangen, stattfinden, und indem dieselben unzersetzt fortgehen, ein Mehrverbrauch an Kohlen eintreten.

3) Eine Quelle des Wärmeverlustes bei allen Kesseln ist die Temperatur des Rauches, mit welcher dieser in den Schornstein entweicht, und es möchte nicht nöthig sein zu beweisen, dafs, je mehr die Temperatur des entweichenden Rauches vor seiner Entweichung durch die Berührung mit den Kesselwänden zum Sinken gebracht werden könne, desto gröfser der Gewinn an Brennmaterial sein mufs.

Bei der gewöhnlichen Konstruction der Feuerzüge entweicht der Feuerstrom in den Schornstein, indem er zuletzt an den wärmsten, bei der in Cornwall üblichen, indem er zuletzt an den kältesten Flächen des Kessels vorüberstreicht. Auf solche Weise kann der Rauch in Berührung mit dem Kessel bei der erstern Anordnung nie unter die Temperatur des Dampfes, bei der zweiten

dagegen sehr wohl unter dieselbe gebracht werden, und zwar um mehrere Grade, so daſs das Wasser am Boden des Kessels wenig höher erwärmt sein wird, als das Speisungswasser.

4) Das Aufsteigen des Feuerstroms in den Zügen der Watt'schen Kessel ist bei weitem weniger geeignet, jeden unnöthigen Entweichen von Wärme in den Schornstein zu verhindern, als das Fallen desselben bei den Cornwall-schen Kesseln. Wenn nämlich in einer mit warmer Luft gefüllten Kammer unter ihrer Decke eine Oeffnung gemacht wird, so wird der wärmste Theil der Luft als der leichteste daraus entweichen; wird aber eine solche Kammer unten geöffnet, so wird die kälteste nur entweichen, die wärmere dagegen ein Bestreben haben, in den höhern Schichten zu bleiben, bis sie so weit in der Temperatur gesunken ist, daſs sie durch wärmere und leichtere ersetzt wird.

5) In den Watt'schen und ihnen in der Anordnung der Feuerung gleich construirten Kesseln erfolgt die Dampf-bildung in dem tiefsten Theil über dem Boden derselben, und die Dampfblasen haben die ganze Wasserhöhe im Kessel zu überwinden. Es wird die unterste Schicht des Wassers über dem Boden als die wärmste und leichteste fortwährend nach oben streben, und hierdurch eine heftige Bewegung im Kessel verursachen. Dies beobachtet man hauptsächlich an den Kesseln mit darunter liegenden Siede-röhren, wo der für den Gang der Maschine immer höchst nachtheilige Umstand am stärksten eintritt, daſs der Dampf bei seinem Uebergange in den Cylinder Wasser mit hin-über reiſst. Dieses Wasser, welches als das wärmste eben in Dampf sich verwandeln wurde, geht für die Dampfbil-dung verloren, was für die Leistung der Maschine sehr unbeträchtlich ist. Nimmt man z. B. an, eine einfach-wirkende Wasserhaltungsmaschine habe einen Cylinderdurch-messer von 70 Zoll, einen Hub von 9 Fuſs, sie expandire

$\frac{4}{5}$ ihres Hubes, mache pro Minute 9 Hübe und besitze 4 Kessel zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes von 3 Atmosphären. Nimmt man ferner an, dafs bei jedem Hube aus jedem Kessel 4 Cubikzoll Wasser — sicherlich sehr wenig — in die Dampfleitungsröhren und in den Cylinder mit hinübergenommen werden, so gehen etwa 9 . 4 . 4 . 620 = 89,280 Cubikzoll, oder für 1 Hub pro Minute Dampf verloren. Die Maschine würde also bei der Anwendung solcher Kessel in einem Tage 1440 Hübe weniger machen, als bei den Cornwall'schen Kesseln, oder $\frac{1}{9}$ an Kraft verlieren und dieselbe Quantität Brennmaterial verbrauchen, abgesehen von dem nachtheiligen Einflufs der zu frühen Condensation des Dampfes im Cylinder, die durch das mit hinübergerissene Wasser veranlafst wird.

In den Cornwall'schen Kesseln erzeugt sich der Dampf dagegen über dem Feuerrohr und die sich bildenden Dampfblasen haben nur eine Wasserhöhe von wenigen Zollen zu durchbrechen, während die ganze Wassermasse im Kessel allmählig vorgewärmt und langsam zu einer immer höheren Temperatur gelangend, daher nach oben steigend, den zugepumpten Nahrungswassern als den kältesten in dem untersten Theil des Kessels Raum macht, und so die Dampfbildung nicht nur fördert, sondern auch ohne jede heftige aufwallende Bewegung bewirkt.

Sämmtliche Cornwall'sche Kessel, so wie die Dampfzuleitungsröhren sind mit schlecht leitenden Materialien, Asche, Sägespähnen, Filz u. s. f. häufig 2 bis 3 Fufs hoch über sämmtlichen Röhren und Vorrichtungen hinweg, mit Ausschlufs derer, worin sich die Ventile befinden, umgeben, so dafs man die Temperatur an der Oberfläche der Umhüllung nur 90° Fahr. findet, während die des Kessels 270° Fahr. und darüber zeigt.

Die Kessel sind immer in einem besonderen Kesselhause aufgestellt, um sie gegen Regen, Wind und Wetter zu schützen, und jede schädliche Abkühlung zu verhindern.

Durch eine Thür ist dieses Gebäude mit der Maschinenstube verbunden; diese wird auf das sorgfältigste geschlossen gehalten, damit der Kohlenstaub so wenig als möglich durch dieselbe dringe und die Reibung in den arbeitenden Theilen der Maschine nicht vermehre.

Die Hauptverschiedenheiten der Cornwall'schen Kessel jedoch gegen die Kessel anderer Constructionen bestehen in der gröfseren Fläche der vom Feuer berührten Aufsenseite und in der gröfsern Fläche des Feuerrostes bei gleicher Quantität des Feuermaterials oder des verdampften Wassers in derselben Zeit.

Nachfolgendes Verzeichnifs gewährt eine Uebersicht über die Gröfse der feuerberührten Oberfläche und über die Gröfse der Rostfläche der Cornwall'schen und Boulton-Watt'schen Dampfkessel, verglichen bei derselben Quantität verdampften Wassers und des verbrauchten Brennmaterials:

| | No. | Angabe des Ortes | Zahl der Kessel | Kessel-Oberfläche, welche dem Feuer und den Zügen ausgesetzt ist: | | | Gewicht des verbrannten Brennmaterials für 1 Quadratfufs der Rostfläche und für 1 St. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | für 1 Quadratfufs der Rostfläche | für 1 Pfd. verdampftes Wasser für 1 St. | für 1 Pfd. verbrauchtes Material für 1 St. | |
| | | | | Quadratfufs | Quadratfufs | Quadratfufs | Pfund |
| Boulton und Watt'sche Kessel | 1 | Albion Mills . . . | 1 | 21,28 | 0,15 | 1,294 | 16,44 |
| | 2 | Old Ford . . . . | 1 | 15,78 | 0,163 | 1,3 | 12,21 |
| | 3 | Annahme von Watt und Smeaton . . | — | — | 0,13 | — | — |
| Cornwall'sche Kessel | 1 | Wheal Towan . . | 3 | 36,11 | 1,205 | 12,75 | 2,83 |
| | 2 | United Mines . . . | 3 | 43,88 | 1,022 | 10,72 | 4,09 |
| | 3 | Old Ford . . . . | 4 | 43,7 | 1,56 | 13,1 | 3,64 |

Hieraus ergiebt sich für die Cornwall'schen Kessel:

1) dafs das Verhältnifs der Fläche der Feuer berührten Aufsenseite zu der des Feuerrostes mehr als zweimal so grofs ist, als bei den gewöhnlichen Kesseln.

2) Dafs das Verhältnifs der Feuer berührten Aufsenseite zu der Menge des verdampften Wassers oder verbrauchten Brennmaterials in einer gegebenen Zeit ungefähr zehn Mal so grofs ist.

3) Dafs der Verbrennungsprocefs vier Mal so langsam vor sich geht, als bei den gewöhnlichen Kesseln.

Eine gebräuchliche Werkmannsregel in den hiesigen Revieren ist:

1) für 1 Pferdekraft 1 Quadratf. Rostfläche,

2) für 1 Pferdekraft 10 Quadratf. feuerberührte Fläche,

3) für 1 Pferdekraft 10 Pf. Kohlen in 1 Stunde

zu rechnen, obgleich die letzte Angabe selbst bei den besten Maschinen nicht erreicht wird.

Vergleicht man mit diesen Annahmen die entsprechenden Erfolge, welche sich aus den Resultaten der Taylor-Maschine auf den United Mines und der von der Hütte zu Starkrade erbauten Wasserhaltungsmaschine auf der Zeche Gewalt bei Steele ergeben, so erhält man für die erstere:

1) für 1 Pferdekraft 0,342 Quadratf. Rostfläche,

2) für 1 Pferdekraft 23,7 Quadratf. feuerberührte Fläche,

3) für 1 Pferdekraft 1,62 Pf. Kohlen in 1 Stunde

und für die zweite:

1) für 1 Pferdekraft 1,45 Quadratf. Rostfläche,

2) für 1 Pferdekraft 26,64 Quadratf. feuerberührte Fläche,

3) für 1 Pferdekraft 12,9 Pf. Kohlen in 1 Stunde,

wie aus Nachstehendem hervorgeht.

Die Taylor-Maschine hat einen Cylinderdurchmesser von 85 Zoll, einen Hub von 11 Fufs, einen Hub in den Pumpen von 10 Fufs, eine Belastung von 78,056 Pfd. Sie hat im Monat Mai im J. 1843 5,56 Hübe in der Minute, und 199,200 Hübe im ganzen Monat bei einem Verbrauch

von 1487 Bushel Kohlen gemacht und mit einem Bushel Kohlen à 94 Pfd. — 104,564,695 Pfd. Wasser 1 Fufs hoch gehoben. Sie hat 6 Kessel von 32 Fufs Länge, 5 Fufs 9 Zoll Durchmesser, mit einem 2 Fufs 9 Zoll weitem Feuerrohre und einem 3 Fufs langen Roste. Sämmtliche Maafse englisch.

Hiernach ergiebt sich der Effekt der Maschine zu

$$\frac{78056 \,.\, 10 \,.\, 5{,}56}{30{,}000} = 144{,}6 \text{ Pferden}$$

und somit

1) die Rostfläche für 1 Pferdekraft zu

$$\frac{6 \,.\, 3 \,.\, 2{,}75}{144{,}6} = 0{,}342 \text{ Quadratf.}$$

2) die feuerberührte Fläche für 1 Pferdekraft zu

$$\frac{6(\{[0{,}6 \,.\, 5{,}75 + 0{,}75 \,.\, 2{,}75]3{,}14\}32 + 1 \,.\, 3 \,.\, 3{,}5)}{144{,}6} = 23{,}7 \text{ Quadratf.}$$

und

3) die in der Stunde für 1 Pferdekraft verbrauchten Kohlen

$$\frac{1487 \,.\, 94 : 199200}{5{,}56 \,.\, 60 : 144{,}6} = 1{,}62 \text{ Pfd.}$$

Die Maschine auf der Zeche Gewalt ist die den gröfsten Effekt gebende in unseren Revieren. Sie hat einen Cylinderdurchmesser von 70 Zoll, einen Hub in demselben von 8 Fufs, einen Hub in den Pumpen von 6,5 Fufs, eine Belastung von 57,372 Pfd. Im Monat Mai hat sie im J. 1844 6,3 Hübe in der Minute und 223,997 Hübe im ganzen Monat bei einem Verbrauch von 6190—1343 Scheffel Kohlen gemacht und mit einem Scheffel Kohlen à 110 Pfd. 17,228,711 Pfd. Wasser 1 Fufs hoch gehoben. Die durchschnittliche monatliche Leistung ist 20,000,000 Pfd.

Die Maschine wird, mit einer anderen 70zölligen Wasserhaltungsmaschine und einer 20zölligen Fördermaschine, welche im Monat Mai 1343 Scheffel Kohlen nöthig gehabt haben, aus 4 Kesseln gespeiset.

Der 1ste ist 24 Fuſs lang, 8 Fuſs im Durchmesser mit 4 Fuſs 3 Zoll weitem Feuerrohr, Rost 7 Fuſs 10 Zoll lang.

Der 2te ist 24 Fuſs lang, 6 Fuſs 6 Zoll im Durchmesser, mit 3 Fuſs 6 Zoll weitem Feuerrohr, Rost 7 Fuſs 10 Zoll lang.

Der 3te ist 24 Fuſs lang, 8 Fuſs 6 Zoll im Durchmesser, mit 4 Fuſs 6 Zoll weitem Feuerrohr, Rost 7 Fuſs 10 Zoll lang.

Der 4te ist 20 Fuſs lang, 10 Fuſs im Durchmesser, mit 4 Fuſs 6 Zoll weitem Feuerrohr, Rost 7 Fuſs 10 Zoll lang.

Beide Maschinen bilden also, wie aus den gefundenen Verhältnissen hervorgeht, eine Ausnahme von der angegebenen Regel. Es mögte dies wohl bei den meisten Maschinen mehr oder weniger der Fall, und daher auf solche allgemeine Regeln nicht viel zu geben sein.

Das Schüren geschieht bei den Kesselanlagen in Cornwall durch ein höchst gleichmäſsiges Aufwerfen des Brennmaterials in dünnen Lagen auf den Rost. Es wird häufiger geschürt — dennoch aber weniger als bei den gewöhnlichen Kesseln, weil der Verbrennungsprocefs viermal langsamer als bei diesen erfolgt, — und immer mit geringen Quantitäten und mit Kohlen, die als kleine Kohlen bei der Förderung fallen. Bevor die Thür aufgezogen, wird der Schieber im Zuge zum Feuerabzugskanal hinunter gelassen, damit keine kalte Luft zuströme und Kohlentheilchen unzersetzt mit sich fortführe. Die geringe — die Kohlen liegen selten über 6 Zoll hoch — und dabei überall gleichmäſsige Höhe des Brennmaterials auf dem Rost, ohne offene Stellen, ist der vollkommenen Verbrennung sehr günstig und verhindert daher das Rauchen. Man sieht nie Rauch aus einem Schornsteine aufsteigen, wohl aber schlägt das Feuer beim Oeffnen der Schürthür zu derselben bisweilen hinaus; so schwach wird der Zug gehalten.

An jedem Sonnabend, wo der Betrieb aller Maschinen eingestellt wird, wird das Feuer an die eine Seite des

Rostes geschoben und mit Asche überdeckt, unter welcher es sich bis zum darauf folgenden Montage lebendig erhält, so dafs nur das Oeffnen des Schiebers und Entfernen der Asche nöthig ist, um dasselbe wieder in helle Flammen zu setzen.

Mechanische Vorrichtungen zur Speisung des Feuers und zur Verhinderung des Rauches findet man nirgend. Der Maschinenwärter ist zugleich auch Schürer, was bei dem geringen Kohlenverbrauch sehr wohl angeht.

Die Speise-, Dampfabschliefsungs- und Sicherheits-Vorrichtungen auf den Kesseln sind in ihren Formen und Zusammensetzungen eben so wie die bei den Maschinen in den hiesigen Revieren construirt; letztere jedoch nie verschliefsbar, weil es überhaupt Grundsatz in Cornwall ist, Alles, was den sichern und gefahrlosen Betrieb der Kessel und der Maschinen betrifft, von dem Wärter abhängig zu machen, und niemals weder selbstthätige noch Warnungsvorrichtungen anzubringen.

Die Ventile, meistens tellerförmige mit konischen Dichtungsflächen, haben immer Sitze von demselben Materiale, und sind mit diesen in den dazu gehörigen Gehäusen eingelassen. Die Sicherheitsventile, am häufigsten 2 an der Zahl, messen im Durchmesser 3 bis 4 Zoll, und pflegen durch Gewichte, welche mittelst Hebelverbindung angebracht sind, ihre Belastung zu erhalten.

Schwimmer, Wasserstandsgläser, Dampfpfeifen, findet man nicht, sondern nur Krahne, und zwar 3 an der Zahl von denen der eine in der Wasserstandslinie des Kessels, der andere 3 Zoll über derselben, und der dritte 3 Zoll unter derselben befestigt ist. Hierdurch wird der Wärter gezwungen, fortwährend seine Aufmerksamkeit auf die Kessel zu richten, und den Wasserstand derselben von Zeit zu Zeit zu prüfen, damit die durch eine verschiedene Verdampfung eingetretenen Differenzen durch ein geringeres oder gröfseres Oeffnen der Ventile in den Speiseröhren

ausgeglichen und jeder Kessel auf den bestimmten Wasserstand erhalten werde.

Die Sicherheitskrahne (Fig. 6) sind in ihrer Construction in so fern von den hier üblichen verschieden, als sie in eine Röhre, welche vorn durch das Mauerwerk in den Kessel geschoben ist, eingesteckt werden, und durch eine kleine eiserne Platte und zwei an den Enden derselben sich befindenden Schrauben in ihrer Stellung erhalten werden. Man kann bei dieser Einrichtung eine Reinigung des Krahns und der Röhre sehr leicht bewirken. Die Anordnung, wie sie wohl hier noch statt findet, nach welcher an einer, den Dampf- und den Wasserraum des Kessels vorn an der Stirn desselben verbindenden Röhre, die Krahne angebracht werden, ist nicht ohne Gefahr, da es schon einige Male sich ereignet hat, dafs sich diese Röhre oben verstopft und zugesetzt hatte, daher beide Krahne Wasser gaben und doch der Wasserstand im Kessel so gefallen war, dafs das Feuerrohr oben glühend, und durch den Dampfdruck eingebogen wurde.

Eine andere Krahnvorrichtung ist Hoskings Watergauge. Durch diese soll dem Uebelstande, der bei den Krahnen eintritt, dafs nämlich sämmtliche 3 Krähne ein Gemisch von Wasser und Dampf geben, und so die Wasserstandslinie nicht genau bezeichnen, abgeholfen werden. Die Construction ergiebt sich aus Fig. 7. Durch die Bewegung des Händels *e* geht der ihm als Achse dienende Krahn mit seinem Ende *b*, das in der Wasserstandslinie des Kessels liegt, in einem Bogen von mehreren Zollen auf und nieder, und ersetzt auf diese Weise sämmtliche 3 Krahne. Da man jedoch bei den gewöhnlichen Krahnen bald unterscheiden lernt, ob das Gemisch des Wassers und des Dampfes aus dem Dampf- oder aus dem Wasserraum des Kessels entweicht, so möchte die Anbringung dreier Krahne, wegen ihrer gröfseren Einfachheit und vollkommenen Dichtigkeit, die bei der Hosking'schen Vorrichtung in der Packung um

den Drehpunkt nur mit Schwierigkeit zu erhalten ist, eben so zuverlässig sein als diese.

Noch ist zu erwähnen, dafs man sämmtliche Stopfbüchsen, sowohl die an den Maschinen als die an den Kesseln, bedeutend höher in der Packung hält, als hier. Sie werden, wie alle Kränze und sonstige Liederungen, in der Stillstandszeit der Maschine vom Sonnabend bis Montag früh nachgesehen, genau untersucht und nöthigenfalls in guten Zustand gesetzt, was zur Folge hat, dafs man nirgends, weder an den Maschinentheilen, noch an den Kesseln der dortigen Vorrichtungen durch irgend eine Packung Dampf oder Wasser entweichen sieht. Auch sämmtliche Schrauben bleiben hierdurch in gangbarem Zustande, was für den Betrieb der Maschine sehr wesentlich ist.

Mit einem Gebäude ist, wie bei den Wasserhaltungsmaschinen der Kohlenzechen, nur der Cylinder umgeben, nach der Schachtseite hin bewegt sich der Balancier im Freien. Die Unterstützungsmauer des Balanciers ist bis sechs Fufs stark.

## Die Pumpenvorrichtungen der Cornwall'schen Wasserhaltungsmaschinen.

In Cornwall gehören zur Maschine im engern Sinne des Worts alle Theile bis zum äufsern Ende des Balanciers. Bis hieher erstreckt sich die Aufsicht des Ingenieurs. Der Schacht mit dem Pumpwerke dagegen ist einem Pumwärter anvertraut, der unter dem Captain (etwa Steiger der Grube) steht. Auch dieser Zweig des Maschinenwesens war in Cornwall fortwährenden Verbesserungen unterworfen, und ging mit dem Bau der Maschinen Hand in Hand ebenso langsam und allmälig in der Vervollkommnung seiner Constructionen voran als dieser selbst.

Durch Hrn. Murdock (Angestellter der Hrn. Boulton und Watt zur Warnehmung ihrer Interessen und Geschäfte in Cornwall), wurde 1796 das System der Druck-

pumpe daselbst eingeführt, und zwar bei den doppelt wirkenden Maschinen neben dem Saugpumpensysteme, um so die Pumpen auch zu doppelt wirkenden umzuwandeln, und die Gegengewichte theilweise abwerfen zu können.

Durch Captain Lean wurde 1801 zuerst die Einrichtung getroffen, alle Pumpensätze, bis auf den untersten, aus Drucksätzen bestehen zu lassen. Dies bewährte sich so vortheilhaft und dem Zweck so sehr entsprechend, dafs die Einrichtung bald auf allen Gruben in Cornwall in Anwendung gebracht wurde.

Soll eine Maschine das Maximum ihrer Leitung thun, soll sie mit einem Minimo der Kosten betrieben werden, so mufs sie ohne häufige Unterbrechungen im Umgange sein. Und auch diese dürfen nur für eine kurze Zeit eintreten, abgesehen von den übrigen hierdurch entstehenden Uebelständen, z. B. dem Auftreten der Wasser in dem Schacht und den damit verknüften Störungen im Betriebe des Bergwerks. Daraus geht hervor, dafs um die Maschine fortwährend im Gange zu erhalten, sämmtliche Bewegungstheile stark genug ausgeführt und hauptsächlich diejenigen, welche durch fortwährende Reibung leiden, so construirt sein müssen, dafs sie nicht nur so lange als möglich aushalten, sondern dafs man auch mit der gröfsten Leichtigkeit zu ihnen gelangen, sie ohne Schwierigkeit wegschaffen und verändern, in der kürzesten Zeit repariren oder erneuern könne, und dies selbst unter den verschiedensten Umständen. Die bestconstruirte Pumpe ist für eine Grube ohne Nutzen und ohne Zweck, wenn sie den eben aufgestellten Forderungen nicht entspricht. Je weniger bei einem Grubenbau auf hinreichend grofse Sümpfe Rücksicht genommen worden ist, oder genommen werden konnte, desto vorzüglicher und vollkommener müssen die Maschinen- und die Pumpenanlagen sein, und desto mehr müssen die oben angeführten Bedingungen erfüllt werden.

Dies sind die zu Cornwall üblichen Grundsätze, nach

denen alle Pumpenanlagen construirt, und ihre einzelnen Theile eingebaut werden. Im Allgemeinen unterscheiden sich dieselben von den neuern in den hiesigen Revieren wenig. Folgende Abweichungen schienen mir besonders bemerkenswerth.

Das Gestänge. Es muſs aus gesundem starkem nordischem Tannenholz, das zu den Masten der Schiffe verwandt wird, gearbeitet sein, und zwar in so grofsen Längen als es zu erhalten ist. Es wird oben an dem Balancier ohne Parallelbewegung mit starken schmiedeeisernen Schienen und Schlüsseln befestigt. Dieselbe Art der Befestigung durch 4 Schienen, auf jede der 4 Seiten eine, und durch Schraubenbolzen, findet bei der Zusammensetzung der einzelnen Stücke, die stumpf gegen einander stofsen, statt. Bei tiefern Schächten wird der obere Theil aus 2 Stämmen neben einander zusammengesetzt.

Auf dieselbe Weise geschah es hier. Weil aber in den letzt verflossenen Jahren mehre Gestängebrüche auf unseren Tiefbauen vorkamen, und die Mehrzahl derselben in den Schlössern oder Zusammenfügungen der einzelnen Bäume statt hatten, so habe ich bei den neuern Tiefbauanlagen das Gestänge aus 4 oder 5 zölligen Bohlen in der Art anfertigen lassen, dafs je 3 — 4 Bohlen von 9 bis 12 Zoll Breite auf einander liegen, in den Stöfsen sich verwechseln, und durch an dem ganzen Gestänge entlang laufenden Schienen mittelst Schraubenbolzen zusammengeschraubt werden. Diese Gestänge haben in jedem Querschnitt bei denselben Dimensionen dieselbe Stärke, und die schwache Stelle der Schlösser ist durch die Verwechselung der Stöfse um einander vermieden; dann gewähren sie noch den Vortheil, dafs man das zu ihnen zu verwendende Holz besser auswählen und prüfen kann, weil die Stücke kürzer und von geringeren Dimensionen entweder in der Breite oder Höhe sind, als bei einem Gestänge aus einem einzigen Baume.

Die Fanghölzer an dem Gestänge, welche, bei einem sich ereignenden Bruch, dasselbe vor dem Hinabstürzen sichern sollen, sind die gewöhnlichen. Sie werden aber nicht durch durchgehende Schraubenbolzen, sondern durch umgelegte Bänder mit angeschnittenen Schrauben und dazu gehörigen Brücken und Schraubenmüttern nach der gewöhnlichen Construction befestigt. Diese Anordnung hat den Vortheil, dafs das Holz durch die Schraubenlöcher nicht geschwächt wird, und auch das Fanghols höher oder niedriger, ohne viele Umstände, gestellt werden kann. Die Führung des Gestänges weicht von den gewöhnlichen Einrichtungen ebenfalls nicht ab, so dafs die Viergespanne, in denen sich das Gestänge bewegt, mit Brettern von hartem Holze ausgefüttert sind und diese zur Verminderung der Reibung gehörig geschmiert werden.

Die Pumpensätze. Der unterste Satz im Pumpenschacht ist immer eine Saugepumpe, einmal um, wenn die Maschine oder das Pumpwerk durch irgend einen Umstand aufser Betrieb kommt und hierdurch die Wasser im Schachte auftreten, mehr gesichert zu sein, indem bei einer Saugepumpe mit geringeren Schwierigkeiten zu helfen ist, als bei einer Druckpumpe, wenn die arbeitenden Theile derselben unter Wasser gekommen sind, und dann versagen. Sodann um bequemer abteufen zu können, welches durch Anwendung eines Drucksatzes auf der tiefsten Sohle, mit grofsem Zeitverlust verbunden sein würde.

In den hiesigen Revieren wird bei der Construction der Druckpumpen häufig eine Vorsicht angewendet, die wohl nachzuahmen ist. Sie besteht darin, dafs das erste Steigerohr des Druckwerks ausgebohrt und von etwas geringerm Durchmesser als die übrigen Steigeröhren genommen wird. Hierdurch ist es möglich, durch das Einhängen eines Kolbens in die Steigeröhren eine Sümpfung der aufgegangenen Wasser zu bewirken.

Die Steigeröhren der Saugepumpen sind in Cornwall

immer 1 Zoll weiter als das Arbeitsrohr und letzteres ist oben trompetenförmig, damit das Ventil bequem aufgenommen und hinuntergelassen werden könne.

Die Ventilkasten (Fig. 8) sind oben etwas zusammengezogen und konisch ausgebohrt, so dafs bei dem Versagen des untersten Ventils und bei aufgetretenem Wassern ein Hülfsventil leicht einzulassen sei. Das Ventil hat einen ziemlich grofsen Bügel zur bequemen Handhebung und zum leichten Aufziehen.

Das eiserne Gestänge des Saugsatzes ist an dem Hauptgestänge durch Bügel mit Schrauben und Brüche in der auf Fig. 9 dargestellten Art befestigt. Durch die am Gestänge oben sich befindenden Charniere wird die senkrechte Bewegung noch regulirt. Diese Befestigungsart möchte vor der in unsern Revieren üblichen mit guls- und schmiedeeisernen Böcken, an welchen das Gestänge mittelst Bolzen oder Splinten befestigt ist, den Vortheil einer bessern, senkrechten Führung, und in Folge hievon eines geringern Schlotterns in den Röhren, dagegen den Nachtheil eines umständlichern Abschlagens bei dem Herausziehen desselben gewähren. Die Saugpumpe wirft das Wasser in die Wasserkasten des untersten Drucksatzes, dieser in den des folgenden u. s. w. bis zu Tage.

Die Druckpumpe mit Druckkolben und Stopfbüchse ist von Samuel Morland in England zuerst angewendet. Er erhielt im Jahre 1675 auf diese Anwendung ein Patent. Diese Construction der Druckpumpe ist jedenfalls die werthvollste und wichtigste Verbesserung beim Pumpenwesen in der neuern Zeit. Die Hanfliederung der Stopfbüchse ist der Liederung der Kolben mit Leder bei weitem vorzuziehen.

Sie veranlafst weniger Reibung, ist wohlfeiler, dauerhafter, sicherer und was für Gruben von der gröfsten Bedeutung, leichter zu beaufsichtigen und zu repariren, wenn sie schadhaft wird. Die Packung kann, ohne die Maschine

stillzusetzen, gedichtet werden, und es erfordert nur so viel Minuten Unterbrechung des Ganges derselben, zur Erneuerung, wenn sie abgenutzt, als bei der Liederung der Saugpumpe Stunden nöthig sind.

Ein anderer Vortheil der Druckpumpen besteht darin, dafs sie weniger ins Gewicht fallen. In den hiesigen Revieren besteht der Druckkolben aus einem gufseisernen Rohr, welches unten mittelst einer Bodenplatte geschlossen und oben mit einem Kranz versehen wird, welcher an einem entsprechenden Kranz eines starken gufseisernen Armes, der gegen das Gestänge geschraubt ist, seine Befestigung findet. In Cornwall besteht der Druckkolben gleichfalls aus einem gufseisernen Rohr, ist jedoch auf eine andere Weise an dem Gestänge befestigt. Es wird nämlich ein starker gesunder Baum, etwa von der dreifachen Länge des Hubes, genau nach dem innern Durchmesser des Druckkolbenrohres auf die Länge desselben abgearbeitet, und dann in das Rohr hineingetrieben und tüchtig von unten verkeilt. Hierauf wird das Rohr durch eine eiserne Bodenplatte geschlossen, und der Gestängebaum selbst mittelst eines Zwischenstücks und starken eisernen Bügeln und Schrauben an das Hauptgestänge dergestalt angeschraubt, dafs er über der Befestigung sich um die Hublänge zwischen Lehrlagern oder Leitungen zur richtigern Führung des Druckkolbens auf- und niederbewegen kann (Fig. 9).

Die Dichtung des Kolbens in dem nur wenig gröfsern Arbeitsrohr geschieht mittelst Hanf und einer Stopfbüchse. Unter dem Dichtungsringe derselben befindet sich an dem Kolbenrohr ein vertiefter Rand, in den Wasser gegossen wird, um das Eindringen der Luft durch die Packung zu verhindern. Sämmtliche Verbindungen der Pumpenröhren werden durch angegossene Kränze und zwischen liegende Ringe von Blei oder Schmiedeeisen, umwunden mit wollenem Zeuge in Theer getränkt, mittelst Schraubenbolzen bewerkstelligt. Bei

diesen Anordnung des Pumpenwerks, bei welcher nur der unterste Satz eine Saugpumpe ist, alle übrigen aber Druckpumpen sind, wirkt der Dampf bei der erstern unmittelbar zur Hebung des Wassers, bei dem zweiten aber mittelbar durch die Hebung der todten Last des Gestänges.

Dieses drückt bei seinem Niedergange das Wasser in den Steigröhren von einem Druckesatze zum andern.

Da das Gestänge immer schwerer ist als die zu hebende Wassersäule, so sind Contrebalanciers auf der Oberfläche und im Schacht angebracht, um die Differenz zwischen den Gewichten beider so auszugleichen, dafs das Gestänge langsam hinuntergeht, und hierdurch das Wasser langsam in den Pumpenröhren aufgedrückt wird, damit theils möglichst wenig Reibung in den Pumpenröhren statt findet, theils so geringe Stöfse als möglich bei der Maschine erfolgen. Die Zeit des Aufganges des Gestänges verhält sich zu der des Niederganges desselben wie 5:6 bis 8:10.

Bei der Davey's Engine auf den Consolidated mines, deren Schacht jetzt 280 Lachter unter der Stollensohle und 46 Lachter darüber ist, wiegt das Hauptgestänge 205,675 Pfd.
das zweite Gestänge . . . . . 86,600 Pfd.
zusammen 292,275 Pfd.

Von diesem Gewicht wirken nur 84,435 Pfd. zur Hebung der Grubenwasser und der Rest von 207,840 Pfd. wird theils durch Contrebalanciers, theils durch eine Wassersäule, die auf einem Druckkolben ruhend mit auf- und niedergeführt wird, aufgehoben.

Bei vielen Maschinen der hiesigen Reviere findet sich diese sorgfältige Ausgleichung von Kraft und Last nicht, und die Gestänge gehen zu rasch zurück, indem sie für die zu hebende Wassersäule zu schwer sind. Man hilft sich in solchem Fall durch eine Drosselklappe, welche in der Röhre, die den Raum über dem Kolben im Cylinder mit dem Raum unter demselben verbindet, befindlich ist, so, dafs man diese mehr oder weniger schliefst, damit der

Dampf bei dem Niedergange des Gestänges von dem obern Theile des Cylinders nach dem untern nicht so schnell entweichen könne und dem Dampfkolben, bei seinem durch das Gewicht des Gestänges bewirkten Aufsteigen, einen Widerstand entgegensetze. Dies Verfahren ist mangelhaft, denn es geht dabei so viel an Kraft verloren, als zur Gewältigung der Ueberlast des Gestänges nöthig ist.

Die Contrebalanciers über der Erde sind meistens von Holz, wie die in unsern Revieren, construirt; unter der Erde sind sie von Eisen. Bei den grofsen Teufen in Cornwall findet man mehre Contrebalanciers an derselben Maschine. Auf Wheal Vor z. B. sah ich an dem Gestänge der Borlase's engine einen Contrebalancier über der Erde und vier unter der Hängebank. Sie waren in angemessenen Zwischenräumen angebracht, um die oberen Theile des Gestänges zu entlasten; denn ohne diese Anordnung der Contrebalanciers in der Erde, müfste das Gestänge, im Querschnitt, unmittelbar unter dem Contrebalancier über der Hängebank, aufser der zu hebenden Wasserlast, auch die gesammte Ueberlast des Gestänges zu tragen im Stande sein, und daher eine unverhältnifsmäfsige Stärke haben, um die erforderliche Sicherheit gegen Brüche zu gewähren.

Auch sogenannte Wasser-Contrebalanciers, wie bei der Davey's Engine, kommen häufig vor. Sie haben dieselbe Construction wie die in unsern Revieren, bestehen nämlich aus einer gewöhnlichen Druckpumpe ohne Steigventil, so dafs das in der Steigeröhre sich befindende Wasser fortwährend der Bewegung des Druckkolbens folgt, also dem Gestänge bei der aufgehenden Bewegung zu Hülfe kommt, bei der niedergehenden aber demselben entgegenwirkt.

Mit derselben Sorgsamkeit, mit welcher jeder Kraftverschwendung bei dem Betriebe der Maschine und der Pumpensätze vorgebeugt ist, wird auf den Cornwall'schen

Gruben auch das Auffangen und das Halten der Wasser in den einzelnen Sohlen und zu Tage auf der Erdoberfläche bewirkt. Alle Wasserleitungen, Stollen und Gräben sind in der besten Ordnung, und im Fall dass das natürliche Bett nicht dicht wäre, ist dasselbe auf künstliche Weise durch Thon- und Lettenschichten oder Cementirung dicht gemacht.

Bei den Zinn- und Kupfergängen der Cornwallischen Gruben hat man es nicht immer für vortheilhaft gehalten, die Schächte seiger abzuteufen; man ist vielmehr dem Gange gefolgt, und demlägig niedergegangen. Die Construction der Pumpensätze in diesen Schächten weicht jedoch von den gewöhnlichen Einrichtungen nicht ab. Die Bewegung des vertikalen oder horizontalen Gestänges wird durch Schwingen abgezweigt, und auf das demlägige Gestänge, welches auf gusseisernen Rollen läuft, übertragen. Bisweilen sieht man auch sowohl über als unter Tage die bewegende Kraft einer Maschine durch eine horizontale Gestängeleitung von dem Gestänge des einen Schachtes auf das eines von dem ersten ziemlich weit entfernten (200—300 Lachter und darüber) andern Schachtes fortgepflanzt.

Bei der Leitung eines solchen Gestänges über und unter Tage läuft dasselbe nicht auf Rollen, sondern es wird durch Schwingen gehalten, deren Drehpunkte in einem Dreibein oder in der Firste des Querschlages ihre Befestigungen finden, wodurch die Reibung bei der hin- und hergehenden Bewegung des Gestänges etwas vermindert werden mag.

Die Pumpenventile haben theils lederne, theils, jedoch nur bei kleinern Dimensionen, metallene Klappen. Letztere leiden leicht bei dem Zuschlagen, wenn der Druckkolben seine Bewegung beginnt. Um dies zu verhindern, schlagen sie auf einen Kranz von hartem Holz, welcher, aus kleinen Stücken von 2 bis 3 Zoll Länge, das Hirnholz

nach oben, zusammengesetzt ist. Diese Stücke werden in einen konisch eingedrehten oder eingegossenen Einschnitt des Ventils festgekeilt, und dann auf der Drehbank bearbeitet. Statt des Holzes wendet man zuweilen weiches Metall an, was sich jedoch als weniger gut bewährt gefunden hat, abgesehen von den für das Metall so üblen, durch die sauren Wasser hervorgebrachten Einwirkungen. In neuerer Zeit läfst man die Klappen auf Filzringen aufschlagen, welche durch Holzkeile in die Einschnitte der Ventile eingetrieben werden, was sich als ganz praktisch herausgestellt hat.

Die in Cornwall gewöhnlichen und am meisten in Anwendung kommenden Ventilklappen sind jedoch die ledernen. Sie sind wie in den hiesigen Revieren construirt; die Art ihrer Befestigung ist aber verschieden und in jeder Hinsicht bei weitem besser. Wie bei kleinen Dimensionen, wo nur eine Klappe vorhanden ist, so auch bei gröfsern, wo zwei und mehre in Anwendung kommen, sind die Klappen immer auf der Peripherie und nie in der Mitte des Ventils befestigt (Fig. 10), und zwar so, dafs ihre Achsen, um welche sie sich drehen, sich in den Lagern 1 bis 2 Zoll hoch heben können. Durch diese Einrichtung ist die ganze Fläche des Ventils für den Durchflufs des Wassers offen. Die Mitte der Oeffnung, also der bei weitem gröfsere Theil des Querschnitts, stellt der aufsteigenden Wassersäule kein Hindernifs entgegen, so dafs diese in gerader Linie ohne jede Brechung hindurchgeht; nur an den Seiten wird sie gezwungen, eine andere Richtung anzunehmen, und um die Achse der Klappen in den Ventilkasten hineinzuströmen.

Bei den gewöhnlichen Ventilen dagegen ist die für den Durchflufs des Wassers geeignetere Mitte des Querschnitts durch die Brücke zur Befestigung der Klappen eingenommen, und so kann das Wasser nur durch die beiden zur Seite liegenden kleinen Kreisabschnitte in einer

gebrochenen Linie, in die Steige- oder Arbeitsröhren sich hineinzwängen.

Aufserdem sind die Ventile in Cornwall in der Mitte, wo die Klappen zusammenschlagen, höher als an der Peripherie, wo dieselben befestigt sind, einmal, um bei demselben Wege, den die Klappe zu durchlaufen hat, dem Wasser einen geringern Widerstand entgegen zu setzen und einen bessern Durchflufs zu gewähren, und sodann um bei dem Niederschlagen derselben durch den kürzern Weg die Heftigkeit des Aufschlagens zu vermindern. Auch die Klappen von Leder schlagen auf Holz- oder Filzringe.

Bei den Ventilen mit mehren, bis 8 Klappen, wo dieselben in Kammern getheilt sind, deren obere Flächen von den dreieckigen Klappen bedeckt werden, die auf der Peripherie befestigt sind und im Centrum auf den sich von der Peripherie nach der Mitte zu hebenden Stegen zusammenschlagen, tritt bei der bessern und zweckmäfsigern Construction einer weitern Durchlafsöffnung für das Wasser auch noch der Vortheil einer Ersparung an Leder ein, indem die kleinern Klappen wohlfeiler beschafft werden können.

Das von den Herren Harvey & West erfundene, und denselben patentirte Pumpenventil ist eine Nachahmung der Dampfkapsel-Ventile der Cornwaller Maschinen. Bei ganz reinem Wasser, wo dasselbe immer ringsum dicht schliefsen kann, ist es ganz vorzüglich. Die Vortheile sind folgende:

1) Dem mehr oder weniger heftigen Schlagen der anderen Ventile in den Pumpen, bei dem Zuschlagen derselben, wird bei diesen Ventilen in Folge des geringen Wasserdrucks, der auf ihm lastet, fast ganz abgeholfen.

2) Es findet kein Wasserverlust, oder vielmehr nur ein Minimum des Wasserverlustes bei dem Schliefsen der Ventile statt.

In der Zeichnung Fig. 11. Litt. *A*—*L* ist das Ventil dargestellt, welches sich in den Pumpen von East London Waterworks befindet. Es ist hier:

*G* Die äufsere Ansicht des Ventilkerns.

*H* Das Profil des Ventilkerns.

*B* Der horizontale Durchschnitt des Ventilkerns durch dessen Hals.

*L* Der horizontale Durchschnitt des Ventilkerns durch die Rippen.

*E* Die äufsere Ansicht des Ventilmantels.

*K* Das Vertikalprofil des Ventilmantels.

*A* Die obere Ansicht des Ventilmantels.

*C* Die äufsere Ansicht des Ventils in seiner Zusammensetzung mit Kern und Mantel.

*F* Das Vertikalprofil des zusammengesetzten Ventils, im geöffneten Zustande desselben.

*J* Das Vertikalprofil des zusammengesetzten Ventils im geschlossenen Zustande desselben.

*D* Obere Ansicht des Ventils, ebenfalls in seiner Zusammensetzung aus Kern und Mantel.

*b* und *b'* sind Schlufsringe am Ventilmantel, mit welchen derselbe, im geschlossenen Zustande der Ventilvorrichtung, auf den Schlufsringen *a* und *a'* des Ventilkerns luftdicht aufsitzt und sich an denselben anschliefst.

Bei dem bedeutenden Durchmesser der Pumpenröhren von 41 Zoll mögte jede andere Ventilconstruction in ihrer Ausführung, um sie haltbar zu machen, grofsen Schwierigkeiten unterworfen gewesen sein.

Ein grofser Uebelstand für die Cornwall'schen Gruben sind die sauren Wasser; diese greifen die arbeitenden Theile der Pumpen sehr an. Man macht daher immer mehr und mehr die Kolbenrohre und Kolben aus Metall und wendet dabei folgende Metallmischung an:

Kupfer . . = 1 Pfd.
Zinn . . = 0,5 Unze } preufsisch.
Messing = 3 Unzen

Selbst da, wo die Wasser süfs und rein zu sein scheinen, sind, nach der Ansicht der dortigen Ingenieure, metallene Arbeitsrohre und Kolben den gufseisernen aus rein ökonomischen Gründen vorzuziehen, weil durch die geringere Friction bei der Anwendung der erstern, an Liederungen und Liederungskosten bedeutend gespart wird.

Um die Aufsatzröhren bei stark saurem Wasser gegen das Zerfressen zu schützen, werden sie etwas gröfser im Durchmesser gegossen, und mit Holz in Stäben von 3 Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke ausgefüttert, und so in jedem Rohre ein hölzerner Cylinder gleich einem Fasse gebildet. Diese einfache Operation schützt das Eisen sehr gegen die Einwirkungen der in den Grubenwassern enthaltenen Säuren. Die Aufsenseite der Röhren im Schacht wird durch Anstriche gesichert. Zum Einbau der Pumpen, Heben derselben u. s. f. bedient man sich starker Hebel, welche neben dem Grubengebäude im Freien, jedoch mit einem Brettdache versehen, aufgestellt sind.

Das Spiel der Wasserhaltungsmaschinen. Die Cornwall'schen Wasserhaltungsmaschinen arbeiten expandirend $\frac{1}{3}$ — $\frac{9}{10}$ ihres Hubes, je nach der bedeutendern Teufe der Schächte, gröfseren Last des Gestänges und höheren Dampfspannung von 30—55 Pfd. im Kessel.

Die Tiefbau-Anlagen sind zu kostbar, um nicht solche Einrichtung zu erhalten, dafs die Kräfte der Maschine während mehrer Jahrzehnte für den Betrieb der Grube ausreichen. So sind also sämmtliche Wasserhaltungsmaschinen für den ersten Beginn der Anlage stärker gebaut, als sie es nothwendig wäre. Man arbeitet Anfangs mit weniger hochgespannten Dämpfen und mit einer geringeren Expansion; später, wenn der Schacht tiefer, die Gestänge länger, also schwerer, und der Contrebalanciers mehr wer-

den, wendet man höher gespannte Dämpfe und eine bedeutendere Expansion an, denn je gröfser die Masse ist, welche in Bewegung gesetzt werden mufs, desto gröfser ist ihr Beharrungsmoment in der Bewegung, desto gröfser also auch der Weg, den sie, nach empfangener Bewegung, durchlaufen kann. Merkwürdig bleibt es, dafs das System der Expansion, sowohl auf den Kohlengruben der hiesigen Reviere, als auf denen am Rhein, Belgien, Frankreich und England, jetzt erst Eingang zu finden beginnt und dafs selbst ganz tüchtige praktische Maschinisten demselben immer noch wenig vertrauen. Bei der Mehrzahl der Maschinen, welche ich auf den Kohlengruben in den oben genannten Ländern gesehen habe, befinden sich zwar die Expansions-Vorrichtungen, aber nur bei Einigen findet man sie in Anwendung.

Wenn sich der Cornwall'sche Wärter über die Kraft seiner Maschine, bei dem Durchschlagen, d. h. Aufschlagen derselben mit den Fanghörnern auf die Angewegebalken, freuet, wenn er mit wohlgefälligem Blick den Niedergang des Hubes pfeilschnell beginnen sieht, so findet bei den Wärtern in den hiesigen Revieren gerade das Gegentheil statt. Sie fürchten sich vor jedem schnellen Niedergehen des Dampfkolbens, lassen ihn gleich einer Schnecke herunterkriechen, sind aufser sich bei jedem kräftigen Durchgange desselben und nicht besonnen, aufmerksam und fähig genug, die Bewegung der Ventile zu reguliren, so dafs der lebendige Gang der Maschine für diese und für das Pumpenwerk unschädlich wird. Nachdem es mit Hülfe eines tüchtigen Monteurs von der Starkrader Hütte gelungen ist, bei einigen Maschinen zu expandiren, gesteht man nun auch hier wohl die Vorzüge des Expandirens zu, hält es jedoch schädlich für das Pumpenwerk, während gerade das Gegentheil der Fall ist, indem eine nicht expandirende Maschine das Pumpwerk mehr erschüttert und mehr angreift, als eine expandirende. Betrachtet man das Spiel der ex-

pandirenden Maschine und der Ventile der durch dieselbe in Bewegung gesetzten Pumpen, so stellt sich heraus:

1) Dafs bei einem Anfangs raschen, dann aber immer an Geschwindigkeit abnehmenden Aufgange des Gestänges, die Klappen des Saugeventils sich zuerst schnell heben, später nach und nach sinken und mit der Vollendung des Hubes vor dem geringsten Rückfall des Gestänges, und also in todten Wassern sich schliefsen werden. Es kann also bei dem Niedergange des Gestänges von einem Schlagen des Saugventils nicht die Rede sein, weil das Ventil schon vor dem Eintritt desselben geschlossen ist.

2) Dafs bei einem Anfangs raschen, dann aber immer an Geschwindigkeit abnehmenden Aufgange des Gestänges, die Geschwindigkeit desselben bei dem Ende des Hubes aufgehoben wird, dasselbe also schon in den letzten Momenten seiner Bewegung auf dem ihm zuerst schnell und dann immer langsamer folgenden Wasser ruhet, also keine Rückwirkung auf das Ventil stattfinden kann.

3) Dafs das Gestänge, weil es bei dem Schlufs seiner aufgehenden Bewegung schon auf einer todten Wassersäule in dem Druckkolbenrohr ruhet, nach erfolgter Oeffnung des Gleichgewichtsventils der Maschine, bei seinem langsamen Niedergehen ein ganz allmäliges Heben der Klappen des Steigerohr-Ventils, wie auch ein ganz allmäliges Durchströmen des fortzudrückenden Wassers zur Folge hat, weil der Niedergang fortwährend langsam stattfindet.

4) Dafs sich die Klappen des Steigerohr-Ventils im fast todten Wasser und also auch ohne Schlagen schliefsen. Dies wird dadurch erzielt, dafs sich das Gleichgewichts-Ventil der Maschine schon etwas vor der Vollendung des Niederganges des Gestänges schliefst, und den Dampf über dem Kolben nicht vollständig unter demselben entweichen läfst. Dieser zurückbleibende Dampf wirkt bei seiner Elasticität gleich einer Feder dem Aufgange des Cylinderkolbens und hierdurch dem Niedergange des Ge-

stänges entgegen, nimmt nach und nach dem Gestänge seine Geschwindigkeit und mit ihr die der Wassersäule und wird endlich so stark comprimirt, dafs er der Last des Gestänges das Gleichgewicht hält und dasselbe weiter niederzugehen verhindert. Mit dem Aufhören der niedergehenden Bewegung des Gestänges hört das Fortdrücken des Wassers auf, und die Klappen des Steigerohr-Ventils schlagen nur durch ihr eigenes Gewicht langsam sinkend zu. Also weder die Ventile im Saug- und Steigerohr, noch die Arbeits- und Steigeröhre selbst, noch die Ventilkasten, leiden durch die Anwendung der Expansion die geringste Gefahr. In den Wasserhaltungsschächten, welche ich in Cornwall befuhr, habe ich auch selbst in der Nähe der Ventilkasten kaum das Zuschlagen der Ventile gehört.

Verfolgt man nun das Spiel der nicht expandirenden Maschinen und der Ventile der durch sie betriebenen Pumpenwerke, so ergiebt sich:

1) Dafs bei einem Anfangs langsamen, dann aber immer an Geschwindigkeit zunehmenden Aufgange des Gestänges die Klappen des Saugeventils sich zuerst langsam heben, dann, einmal gehoben, fortwährend in dieser Lage verharren und mit der Vollendung des Hubes noch aufstehen werden, um dem heftig folgenden Wasser Durchgang zu gewähren. Ist der Hub vollendet, so wird die nachströmende Wassersäule vermöge ihrer Beharrung in der Bewegung unter den Druckkolben stofsen, mit der Ueberkraft zurück auf die Ventile wirken, und diese mit grofser Gewalt zuwerfen; wodurch einerseits der heftige Schlag auf das Saugventil und das Zittern der Pumpenröhren bei jedem Hube entstehen.

2) Dafs bei dem Anfangs langsamen, dann aber immer an Geschwindigkeit zunehmenden Aufgange des Gestänges, die Geschwindigkeit desselben bei dem Ende des Hubes ihr Maximum erreicht, und wenn der Kolben im Cylinder bis auf den Boden hinuntergegangen, das Bewe-

gungsmoment des Gestänges noch aufwärts wirkt, das Schachtende des Balanciers etwas hebt, und dann mit demselben und seinem ganzen Gewicht und der rückwirkenden Kraft, die durch den Stofs gegen den Balancier entsteht, zurück auf die unter dem Kolben stehende Wassersäule, und durch diese auf das Schliefsen der Ventilklappen wirkt, wodurch ein heftiger Schlag auf das Saugventil und die zitternde Bewegung des Gestänges und der Pumpensätze die Folgen sind.

3) Dafs, da das Gestänge bei dem Schlufs seines Aufganges das Maximum seiner Geschwindigkeit erreicht hat, eben so wie die nachfolgende Wassermasse, beide bei der eintretenden Rückwirkung auf die Wassersäule im Druckkolbenrohre (1 und 2), die Klappen des Steigerohr-Ventils, nachdem das Saugventil geschlossen, ein auch zwei Mal heben, und dann durch das Gewicht der hohen Wassersäule, die auf dem Ventil der Steigeröhre ruht, heftig niederschlagen lassen und

4) Dafs, da das Gestänge mit derselben Schnelligkeit von Anfang bis zu Ende des Niederganges hinuntersinkt, die Wassersäule in dem Steigerohr eine heftige Bewegung nach oben annimmt, und bei dem Schlufs derselben mit dem ganzen Bewegungsmomente zurück auf die noch aufstehenden Klappen des Steigerohr-Ventils wirkt, und diese mit Gewalt zuwirft.

Während also bei den mit Expansion arbeitenden Wasserhaltungsmaschinen jede geöffnete Ventilklappe in todtem Wasser und nur durch ihr eigenes Gewicht wieder zufällt, so wird bei den mit vollem Dampfdrucke arbeitenden Maschinen jedes Ventil mit grofser Gewalt durch die betreffenden Wassersäulen zugeworfen, so dafs man im Schacht häufig fürchten zu müssen glaubt, dafs die starken gufseisernen Röhren zerspringen müfsten. Dies Zerspringen ist leider bei den Ventilstücken nur zu oft der Fall.

Hieraus wird sich zur Genüge ergeben, dafs das System der Expansion für den Gang der Pumpen nur vortheilhaft, das System mit vollem Dampfdruck dagegen nur nachtheilig sein könne. Aber aufserdem zeigt sich das System der Expansion schon an und für sich, wenigstens für eine einfach wirkende Wasserhaltungsmaschine, als das allein anwendbare. Bei jedem Kolbenspiel der Maschine wechselt die Bewegung des Gestänges. Es mufs also bei jeder auf- und niedergehenden Bewegung

1) das Bewegungsmoment, Produkt aus Masse in Geschwindigkeit, aufgehoben d. h. = Null und

2) das Trägheitsmoment überwunden werden,

ehe die aufgehende Bewegung in die niedergehende, und umgekehrt, verwandelt werden kann.

Zur Ueberwindung der Trägheit der Masse des Gestänges gehört eine gewisse Kraft, eine andere zur Fortbewegung des Gestänges bis zur Vollendung seines Hubes. Gleich beiden mufs der Dampfdruck auf der Fläche des Cylinderkolbens bei dem Beginn des Aufganges des Gestänges sein. Tritt der Dampf über den Kolben und beginnt das Gestänge seine Bewegung, so ist das Trägheitsmoment desselben überwunden, die hierzu verwendete Kraft wird frei und wirkt, wenn keine Absperrung des Dampfes statt findet, mit zur Fortbewegung des Gestänges, letzteres nimmt hierdurch einen beschleunigten Aufgang an und vollendet seinen Hub mit einer gröfseren Geschwindigkeit als mit der es ihn begonnen, während diese gleich Null werden sollte und werden mufs, damit der Niedergang wieder antreten kann. Es gehet also diese auf eine beschleunigte Bewegung wirkende Kraft, bei einer nicht expandirenden Maschine, für die Leistung derselben verloren.

Nun soll aber auch die zweite Kraft, welche das Gestänge bis zur Vollendung seines Hubes bewegt, in der Art wirken, dafs die Geschwindigkeit desselben bis zur Vollendung des Aufganges nicht dieselbe bleibt, welches

bei fortwährender Dampfzuströmung, nach Abzug der ersten Kraft, der Fall sein würde. Da sie aber nothwendig in Null übergehen mufs, so ist es erforderlich, dafs sie proportional der Geschwindigkeit des Gestänges abnimmt. Ist dies nicht der Fall, sondern wirkt der Dampf fortwährend und bis zur Vollendung des Hubes auf den Kolben, so geht auch ein Theil dieser zweiten Kraft für die Leistung der Maschine verloren. Die erste Kraft, und ein Theil der zweiten, werden dagegen gewonnen, wenn der Dampfzutritt auf den Kolben abgeschnitten und so expandirt wird, dafs das Gestänge mit einer Geschwindigkeit gleich Null seinen Hub vollendet.

Die Expansion liegt bei den Cornwall'schen Maschinen, wie schon erwähnt, zwischen den Gränzen $\frac{2}{3} - \frac{9}{10}$ des Hubes, so dafs, während $\frac{1}{3} - \frac{1}{10}$ der Zeit des Hubes das Dampfventil geöffnet ist und der Dampf auf den Cylinderkolben tritt. Immer übertrifft der Dampfdruck die Belastung des Cylinderkolbens bedeutend, um der Gestängemasse mit Zubehör zwischen den angegebenen Gränzen des Hubes den zu seiner Vollendung nöthigen Impuls zu geben. Während dieser Zeit, dafs der Dampf mit seiner Ueberkraft auf den Kolben tritt, nimmt die von ihm bewegte Last eine beschleunigte Bewegung an; diese nimmt ab, wenn der Dampfzutritt aufhört, bis zu dem Augenblick, wo der expandirte Dampfdruck einen Druck auf den Quadratzoll entwickelt, welcher gleich der Belastung für 1 Quadratzoll ist. Dann wird die Bewegung eine verzögerte und wird sich noch so lange fortsetzen, als das Bewegungsmoment des Gestänges dem immer mehr sich expandirenden Dampfe in seiner Wirkung auf den Cylinderkolben, die jetzt auf 1 Quadratzoll geringer als die Belastung ist, zu Hülfe kommt und den fehlenden Dampfdruck ersetzt, gleich wie das Schwungrad bei den rotirenden Maschinen den todten Punkt des Krummzapfens überwindet. Endlich wird das Bewegungsmoment des Gestänges = Null werden.

Ist dieser Zeitmoment eingetreten, so legt sich das Gestänge mit seinem Druckkolben auf die Wassersäule im Arbeitsrohr und geht sodann in die niedergehende Bewegung über. Damit ist der Hub vollendet, und die ganze von dem Dampf über dem Cylinderkolben erzeugte Kraft von der zu hebenden Last verbraucht.

Noch mögte als Verschiedenheit in der Construction der Steuerungstheile zu erwähnen sein, dafs die auf die Steuerungshebel wirkenden Nocken in der Art an den Steuerungsstangen befestigt sind, dafs sie während der Zeit, welche zwischen zwei Kolbenspielen verstreicht, hoch oder niedergeschraubt werden können. Hierdurch ist ein genaues Reguliren der Expansion und des Ganges der Maschine überhaupt möglich. Hat der Kolben bei seinem Niedergange den Boden des Cylinder erreicht, so drückt der untere Steuerungsnocken den untern Steuerungshebel nieder, und bewirkt hierdurch 3 Bewegungen. Zuerst schliefst sich das Condensationsventil, welches während des ganzen Niederganges des Kolbens und schon ein wenig früher geöffnet ist, — dann schliefst sich das Einspritzungsventil und hindert den Eintritt von kaltem Wasser in den Condensor, und endlich öffnet sich das Gleichgewichtsventil in der Art, dafs wenn nur ein Kataract vorhanden, erst das Condensationsventil geschlossen sein mufs, ehe das erstere aufgehen kann. Dann beginnt der Kolben seinen Aufgang; schon vor der Vollendung dieses wird das Gleichgewichtsventil zugesetzt. Ist der Kolben oben an- und in Ruhe gekommen, so verharrt er in derselben, bis der Kataract die obere Steuerungsachse aushebt, und durch diese zuerst das Condensationsventil (wodurch schon vor Beginn des Hubes das Vacuum gebildet wird, daher der über dem Kolben noch befindliche Dampf auf denselben zu wirken beginnt, und die Gestängemasse etwas in Bewegung setzt), und sogleich darauf das Dampfventil öffnet, wo dann der Kolben wieder niedergeht u. s. w.

Die Länge des Hubes hängt immer von der Gröfse der Dampfspannung im Kessel ab, und wird also im Allgemeinen, wenn die Zeit der Oeffnung des Dampfventils dieselbe bleibt, bei gleicher Spannung des Dampfes im Kessel auch dieselbe bleiben. Weil aber die Spannung des Dampfes in den Kesseln mehr oder weniger veränderlich ist, besonders wenn die Kessel nicht die zureichende Gröfse des Dampfraumes haben, oder wenn zum Betriebe der Maschine die hinreichende Zahl von Kesseln, also auch der nöthige Dampfraum nicht vorhanden ist, wodurch die hieraus entstehenden Veränderungen im Hube für den Gang der Maschine und deren Leistung sehr nachtheilig werden; so mufs diesem Uebelstande abgeholfen werden. Dazu stehen dem Wärter drei verschiedene Wege offen:

1) kann er dem Dampfregulirungsventil mehr oder weniger Oeffnung geben,
2) desgleichen dem Dampfventil, und
3) kann er die Steuerungsnocken verändern und die Maschine mehr oder weniger expandiren lassen.

Die erste Art ist die gewöhnliche, während die letzte die zweckmäfsigste ist, so lange es sich, wie vorausgesetzt wird, nur um eine geringe Differenz in der Dampfspannung handelt.

Das Heben sämmtlicher Ventile, vorzüglich des Dampfventils, geschieht so plötzlich wie möglich, und deshalb sind die Arme der Hebel, welche das Heben bewirken, sehr kurz, oder ihre Drehachse ist sehr nahe dem Ventile angebracht. Die Anzahl der Kolbenspiele, welche die Cornwall'schen Wasserhaltungsmaschinen machen, variiren von 1, 2, 3 und weniger bis zu 10 Hüben in der Minute, je nach den Zuflüssen der Grubenwasser. Diese werden dem Wärter durch einen Schwimmer angegeben, der die Veränderungen des Wasserstandes des Sumpfes in der Grube, durch die Verbindung mit einem Drath in der Maschinenstube, fortwährend anzeigt.

Nachdem ich die Verschiedenheiten bei den Cornwallschen- und bei den hiesigen Wasserhaltungsmaschinen angegeben habe, sollen noch die Ursachen zusammen gestellt werden, aus welchen die ersteren alle anderen so aufserordentlich in ihren Leistungen übertreffen. Sie sind

1) der Gebrauch von hochgespannten Dämpfen,
2) die grofse Ausdehnung, zu welcher das Princip der Expansion ausgebildet worden ist,
3) die Form und Verhältnisse der Kessel und des Ofens,
4) die sorgsame Behandlung des Feuers und die langsame Weise der Verbrennung,
5) die Verschiedenheiten in den Condensirungsvorrichtungen, die grofse Weite der Passagen, die Stellung der Luftpumpe, die Pause vor Beginn des Hubes u. s. f.
6) Die Verschiedenheiten in dem System der Pumpen und des Schachtwerks und
7) die grofse Sorgfalt, jede mögliche Aufstrahlung und Mittheilung der Wärme zu verhindern.

Die beste einfachwirkende Wasserhaltungsmaschine nach Watt'schem System in den hiesigen Revieren ist die von Harvey, jetzt Comp. der Firma Harvey et Comp. zu Hayle in Cornwall, in der Maschinenwerkstatt zu Starkrade 1830 erbaute Maschine auf der Kohlenzeche Gewalt bei Steele. Diese hat einen Cylinderdurchmesser von 69,6 Zoll, einen Hub in demselben von 96 Zoll, und in den Pumpen von 82 Zoll, einen einfachen Dampfcylinder ohne gufseisernen Mantel, dagegen ein hölzernes Gehäuse um den Cylinder mit Sandhinterfüllung und 4 Kesseln mit inwendigem Feuerrohr, die sämmtlich sowohl wie die Dampfröhren durch schlecht leitende Materialien gegen Wärmeausstrahlung und Mittheilung einigermaafsen geschützt sind. Die Maschine arbeitet mit 25 Pfd. Dampfspannung auf 1 Quadratzoll im Kessel, ist belastet mit 15,5 Pfd. auf den Quadratzoll des Cylinderkolbens, indem sie bei jedem Hube eine 150 Lachter hohe Wassersäule, oder im Gewicht von 57,371

Pfd. hebt. Die Maschine ist gut construirt und unterhalten und giebt im Maximo eine Leistung von 22,000,000 Pfd. einen Fufs hoch gehoben mit 110 Pfd. Kohlen. Würde man diese Maschine mit hochgespannten Dämpfen und Expansion arbeiten lassen und sie demgemäfs zweckmäfsig verändern, so würde man in Uebereinstimmung mit der Ansicht des Hrn. Pambour (Théorie de la Machine à vapeur, Bruxelles 1839), aus den unter 1 bis 6 angegebenen Gründen, eine Leistung von 70,000 Pfd. erwarten können. Hr. Pambour erwähnt nämlich in der genannten Schrift, S. 158; „wenn ein hinreichend starker Druck in dem Kessel und eine weit genug getriebene Expansion in den Cornwall'schen Maschinen angewendet wird, so läfst sich ein fast dreimal so grofser Nutzeffect erhalten, als vermittelst einer Watt'schen Dampfmaschine bei derselben Quantität verdampften Wassers."

Hr. Wicksted (Civil Engineers and Architects Journal III. 367) ist, nach den von ihm mitgetheilten Versuchen, der Ansicht, dafs durch die sorgfältige Bedeckung der Kessel und der Dampfröhren mit 4 Schichten, so wie der Rauchzüge oben mit 2 Schichten Filz, 10 Procent, und durch die sorgfältige Umhüllung des Cylinders, Dampfrohrs, Cylinderdeckels und Ventilkastens mit 4fachen Lagern Filz und darüber Wachsleinwand, 15 Procent, also zusammen 25 Procent an Brennmaterial erspart werden sollen. Bringt man für die vorhandene jedoch noch unvollkommene Umhüllung der Maschine auf der Zeche Gewalt 10 Procent in Abzug, so würden noch 15 Procent übrig bleiben, welche also, wenn der Cylinder, Kessel u. s. w. wie oben angegeben bedeckt wären, den Effect jener Maschine von 70,000,000 auf 80,000,000 steigern würden. — Hr. Wicksted erwähnt ferner: (an experimental Inquiry concerning the relative power of, and useful effect produced by the cornish and Boulton and Watt Pumping Engines and Cylindrical and Waggon-head Boilers 1841. Appendix

Table No. IV), dafs mit einem Pfunde der besten englischen Steinkohle 9,493 Pfund, und mit einem Pfunde schlechter englischer Kohle 6,600 Pfund Wasser verdampft werden können. Würden die auf der Zeche Gewalt zum Betriebe der Maschine verwendeten Kohlen den schlechten englischen in der Heizkraft gleich gesetzt, und statt derselben die besten englischen Kohlen mit ihrer angegebenen Heizkraft in Rechnung gebracht, so müfste sich, nach jenen Angaben, der Effect der Maschine sogar bis auf

$$\frac{800{,}000{,}000 \cdot 9{,}493}{6{,}600} = 113{,}600{,}000 \text{ Pfd.}$$

einen Fufs hoch gehoben, erhöhen, eine Leistung, welche zu den besten der Cornwall'schen Maschinen gehören dürfte.

Diese Berechnung zeigt nur näherungsweise, dafs sich, bei Berücksichtigung der unter 1 bis 7 angegebenen Umstände, bei einer Wasserhaltungsmaschine mit Expansion und Condensation sehr wohl der Effect der Cornwalliser Maschinen erreichen läfst.

Die Gränze der Anwendung der hohen Dampfspannung und des damit verbundenen Grades der Expansion liegt in der absoluten und relativen Festigkeit des Gestänges und der arbeitenden Theile der Maschine, durch welche die Kraft der letzteren auf das erstere übertragen wird, in so fern diese dem durch den hohen Druck des Dampfes bei dem Beginn des Hubes hervorgebrachten heftigen Stöfse zu widerstehen vermögen. So fand ich, sowohl auf den Consolidated als auch United und Tresavean Mines, bei den grofsen, am meisten belasteten und am meisten expandirenden Wasserhaltungsmaschinen, schmiedeeiserne Mittelzapfen, weil die gufseisernen gebrochen waren. Ueberhaupt ist man jetzt in Cornwall sehr bemüht, bei den fortwährend mehr in Anwendung kommenden hoch gespannten Dämpfen und bei der immer weiter getriebenen Expansion, den ersten heftigen Stofs des Dampfes auf den

Cylinderkolben (beiläufig bei einer 85zölligen Maschine und 40 Pfd. Dampfdruck auf den Quadratzoll im Kessel, oder 25 Pfd. über dem Atmosphärendruck, einen Stofs mit einer Last von 200,000 Pfd.) und durch diesen auf die arbeitenden Theile zu vermeiden, und alle dortigen Ingenieure haben auf diesen Gegenstand ihre Aufmerksamkeit gerichtet.

Bei jeder Maschinenanlage in Cornwall ist der Cylinder mit einem Gebäude umgeben, welches nach dem Schachte hin mit der Balanciermauer abschliefst, so dafs das Pumpengestänge und die dazu gehörige Hälfte des Balanciers sich in freier Luft bewegen. Die Maschinenstube, der Raum um den Cylinder, sind sehr reinlich gehalten, alles Mauerwerk ist sauber geputzt und abgefärbt, und alles Holzwerk mit Oelfarbe angestrichen. Die Angewegebalken sind mit Brettern bekleidet, und mit Leistenwerk und Gliedern verziert. Die Schornsteine sind meistens rund und 50—70 Fufs hoch.

Die Anordnungen für die Beaufsichtigung der Maschinen sind von denen in den andern Bergwerkrevieren Englands verschieden.

Aufser in Cornwall ist es Gebrauch, einen besonderen Maschinenwärter anzustellen, dem nichts weiter obliegt, als den Umgang der Maschine zu warten, während Schürer und sonstige Arbeiter das Uebrige besorgen. In Cornwall dagegen hat der Maschinenwärter, selbst bei der gröfsten Maschine, sowohl die Handhabung und Führung dieser, als auch das Feuern und Speisen der Kessel zu gleicher Zeit zu besorgen, und nur für die weniger wichtigen Arbeiten: Putzen, Schmieren u. s. f. ist ihm ein Knabe zugesellt, so dafs die wirklich wichtige Arbeit, die Besorgung der Kessel, von welcher so viel abhängt, nicht unwissenden Leuten überlassen ist, welche wenig oder nichts davon verstehen, sondern in die Hände eines unterrichteten, zuverlässigen und geschickten Mannes gelegt

wird, welcher weifs, dafs jede Vernachlässigung in dieser Hinsicht in den monatlichen Rapporten und in der täglich zugemessenen Quantität Kohlen sich zeigt, und dafs von dem Grade der Sorgfalt, mit welchem er sich diesem Geschäft unterzieht, sein ganzer Ruf und seine Stellung abhängen. Drei solcher Wärter und Knaben sind in der Regel für jede grofse Maschine, welche Tag und Nacht im Betriebe ist, angelegt. Jeder wird nach Ablauf von 8 Stunden durch einen andern abgelöst.

Auch die Beziehungen, welche zwischen den Bergwerksbesitzern, den Ingenieuren und Maschinenfabrikanten in Cornwall bestehen, sind von besonderer Art. Durch diese Verhältnisse sind hauptsächlich die Verbesserungen und Vervollkommnungen der dortigen Maschinen hervorgerufen worden.

In London und in den übrigen Theilen Englands, so wie auch bei uns, ist es üblich, dafs man sich bei der Anschaffung einer Dampfmaschine unmittelbar an den Fabrikanten wendet, welcher sowohl den Entwurf als auch die Anfertigung der Maschine übernimmt. Ist auch einmal ein Civil-Ingenieur dabei thätig, so bekümmert sich dieser nur um die allgemeine Einrichtung, richtet hierauf seine Aufmerksamkeit und überläfst die Details dem Maschinenfabrikanten. Die weitere Besorgung der Maschine nach ihrer Inbetriebsetzung ist dann gewöhnlich die Sache des Maschinenwärters oder solcher Leute, die sich wenig um eine geschickte und ökonomische Behandlung bekümmern. In Cornwall haben sich diese Verhältnisse auf andere Weise im Lauf der Zeiten herausgestellt.

Es giebt hier einen Stand von Männern, Engineers genannt, welche für sich stehend mit den Maschinenfabrikanten keine Gemeinschaft haben, und deren alleinige und einzige Beschäftigung es ist, sich mit dem Dampfmaschinenwesen der Gruben zu befassen, Reparaturen zu bewirken, Zeichnungen und Entwürfe zu machen, und bei der

Anfertigung nach denselben die Fabriken zu überwachen und zu controliren, und für die contractliche Ausführung Sorge zu tragen, je nachdem dies von den Grubenbesitzern verlangt wird. Die Fabrikanten gelten nicht als Engineers und übernehmen keine Maschine als durch Vermittelung und unter Leitung Eines dieser Männer. Eben so ist auch jede aufgestellte Maschine einem Engineer übergeben, welcher die directe Aufsicht und freies Schalten und Walten über dieselbe, deren Wartung, Unterhaltung, Reparaturen u. s. w. erhält und dem der gute oder schlechte Ruf trifft, in den die Maschine durch ihre Leistungen gelangt.

# 4.

# Ueber die Rechtsverhältnisse der Zumuthungen nach preufsischen Berggesetzen, insbesondere in Schlesien.

Von

Herrn Geh.-Rath Steinbeck

in Brieg.

Es erscheint als eine Hauptaufgabe jeder Bergwerks-Gesetzgebung, das Interesse der Bergbautreibenden mit dem des Staats, nicht nur in Bezug auf Abgaben- und etwa auch politische Verhältnisse, sondern auch in Betreff des Anspruches aller Staatsbürger in Uebereinstimmung zu bringen, welcher darauf beruht, dafs ihre Gesammtheit von einer weisen Staatsregierung fordern darf, sich bei dem Gewinn und Verwerthen der natürlichen Reichthümer des Landes, nicht dem Vortheil Einzelner geopfert, vielmehr den allgemeinen da, wo er mit letztern in Conflict geräth, ihm vorangestellt zu sehen. Die Lösung dieser Aufgabe läuft einfach darauf hinaus: dafs der Staat den Bergbautreibenden möglichst freies und gewinnreiches Benutzen der diesem Benutzen überlassenen Schätze des Mineralreichs so weit gestatte, erleichtere und begünstige, als hieraus keinerlei Monopolisiren mit seinen Folgen dem Publikum gegenüber entspringt. Unter dieser Bezeichnung ist aber nicht nur die ganze Masse der Consumen-

ten, sondern auch insbesondere diejenige Anzahl von Bergbaulustigen zu verstehen, welche — sobald das Monopolisiren der Bergbauenden wegfällt — mit denselben in bergbaulichen Unternehmungen concurrirt; sei es durch ganz neue solche Unternehmungen, oder durch Aufnahme aufgegebener fremder, oder auch durch Ausdehnen der eigenen, Behufs energischeren und gewinnreicheren Betriebes. Denn alle dergleichen Bergbau-Unternehmer repräsentiren die grofse Masse des Publikums, indem sie durch die Steigerung der Concurrenz bei dem Gewinnen und Verwerthen der Bergwerksschätze den in solchen beruhenden Theil des Nationalvermögens productiv machen, auf diese Weise solches vermehren und mit dem Verfolgen ihres Privat-Interesse das allgemeine unwillkührlich fördern; während monopolische Tendenzen, auch bei dem Bergbau, das erstere durch Einengen des letztern begünstigen, folglich dem in den Bereich des Bergbaues liegenden Anlafs zu Entwickelung der Nationalkraft Hemmnisse in den Weg legen.

Schon seit dem Beginn der Bergwerks-Verfassung begriffen die Staatsregierungen sehr wohl diese durch die Natur der Sache vorgezeichnete nothwendige Tendenz des Geistes der Berggesetze und sahen ein, dafs in einem dieser Tendenz entsprechenden, den Landesverhältnissen richtig angepafsten legislativen System, zugleich auch die beste Bürgschaft eines umfänglichen, gesicherten und nachhaltigen Ertrags der aus dem Bergbau zu erlangenden Abgaben liege. — So geschah es, dafs bereits in sehr früher Zeit die Begriffe von Bergfreiheit, von Verlust des Bergwerkseigenthums bei dessen Nichtgebrauch, so wie von Beschränken des an einen Bergbau-Unternehmer auf einmal zu verleihenden Feldes Geltung gewannen. Schon in dem, in der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts niedergeschriebenen, seinem materiellen Inhalt nach aber offenbar bereits früher bestandenen Iglauer Bergrecht finden wir sie

mit grofser Klarheit aufgestellt und durchgeführt *), auch in allen spätern Berggesetzen bis auf die heutige Zeit verfolgt sind — gleichviel ob deren Verfasser sich des oben erwähnten Staatsverwaltungs-Princips, auf welchem diese Bestimmungen beruhen, immer ganz deutlich bewufst sein mochten oder nicht.

Von den gedachten gesetzlichen Bestimmungen bleiben diejenigen in gegenwärtigen Blättern bei Seite gestellt, welche sich auf ganz neue Bergbau-Unternehmungen oder auf den Wiederangriff aufgehobener beziehen und nur die das Beschränken des auf einmal zu verleihenden Feldes angehenden sind es, welche als Gegenstand nachstehender Erörterung, und zwar hauptsächlich in Betracht auf das Anbringen und Berücksichtigen von Zumuthungen frischen Feldes zu vorhandenen Gruben, nach dem dermaligem preufsischen Bergrecht, näher beleuchtet werden sollen.

---

Wohlbekannt ist, doch mufs hier ausdrücklich an die Spitze der Untersuchung gestellt werden: dafs da, wo es sich um Beurtheilen früherer und aus ihnen entwickelter neuerer Bergwerksgesetze handelt, stets streng im Auge zu behalten: dafs von Anbeginn und durch eine Reihe von Jahrhunderten solche Gesetze nur auf den Gangbergbau und auf Seifenwerke sich bezogen, weil Gegenstände des Flötzbergbaues in jenen Jahrhunderten, in denen nur Gold-, Silber- und erst allmälig auch andere Metalle zu dem Bergregal gerechnet wurden, von der Berg-Gesetzgebung des Staats unberücksichtigt blieben und dafs, als man hier und da auch jene Gegenstände (unter ihnen zuerst wahr-

*) Es ist unthunlich, dies hier in den Einzeltheilen zu verfolgen und um so mehr auf genanntes Bergrecht (S. des Grafen Caspar Sternberg's Umrisse der Geschichte des Bergbaues und der Berggesetzgebung des Königreichs Böhmen. Prag 1838. Bd. II. S. 17) zu verweisen, als dasselbe ganz von oben berührten Ansichten durchwebt ist.

scheinlich die Kupferschiefer) diesem Regal unterordnete; es bequemer schien, die einmal vorhandenen für den Gangbergbau gegebenen Gesetze durch Declarationen dem Flötzbergbau nothdürftig anzupassen, als einer durchgreifenden Revision für solchen Zweck zu unterwerfen, deren Erfolg auch wohl mißlich gewesen wäre, da er nur erst durch Sammeln hinreichender, eine besondere Erörterung bedürfender Fälle bei dem Flötzbergbau — dergleichen erst in unserer Zeit allerdings genügend vorhanden — geleitet werden konnte.

Zu dem eben angeführten Umstande trat in der Vorzeit noch ein anderer auf die gesetzliche Bestimmung der Feldesgrößen bei dem Gangbergbau einwirkender; nämlich die Lage der Gebirge, in denen er betrieben wurde und die dem damaligen Standpunkt der Bergbaukunst entsprechende Beschränktheit technischer Hülfsmittel bei der Förderung und Wassergewältigung. Hieraus ging hervor: daß man vieler Schichte besonders da bedurfte, wo noch keine Stollen eine Lösung und Förderung in großer Tiefe vermöglichte — was ja stets nur dann erst eintrat, wenn der Bergbau schon vorgeschritten und das Lohnende eines Stollens ziemlich außer Zweifel war.

Rechnet man hierzu noch: daß bei den wohlfeilen Preisen der Löhne und Materialien einer- und dem hohen Werth der zu gewinnenden Metalle andererseits, der Bergbau in älterer Zeit oft in einem sehr kleinen Felde oder doch in Feldern sehr Ausbeutereich seyn konnte, wo er heut in einem viel größern vielleicht gar nicht des Betreibens werth ist, so ergiebt sich von selbst, wie es geschah, daß die alten Berggesetze

1) den Bergbau-Unternehmern nur sehr mäßige Felder, etwa in einer Ausdehnung, wie sie in der Regel von dem Fundschacht aus abgebaut werden konnten, zugestehen;

2) eben deshalb ausdrücklich die Fundgrube so vermes-

sen wissen wollen, dafs der Fundschacht in deren Mitte trifft; zugleich aber

3) ein sehr umständliches und merkwürdig durchgearbeitetes Stollenrecht (als einen ganz selbstständigen Gegenstand) aufstellen.

Die beiden letztern Momente gehören nicht weiter hierher, sondern nur der erste.

Das Iglauer Bergrecht bestimmt die Gröfse des einem Muther zu verleihenden Feldes auf 3½ Lan (= 24½ Klafter) in das Hangende und 1 Lan (= 7 Klafter) in das Liegende; an jeder der beiden Seiten (im Streichenden) zu 7 Lanen, neben denen dann auf jeder Seite ein Laneus für den König u. s. w. vermessen ward *) und so bildete sich eine Fundgrube als Oblongum (da der Laneus = 7 Klaftern) 31½ Klafter in der Länge (von dem Hangenden nach dem Liegenden) und 49 Klafter in der Breite (nach dem Streichenden), wobei in Bezug auf die Teufe, für beiderlei Richtungen senkrechte Ebenen die Markscheide waren, um welchen letztern Umstandes wegen die Dimension nach dem Hangenden eben bedeutend gröfser als nach dem Liegenden bestimmt werden mufste. Vergegenwärtigt man sich hiernach die Gestalt einer Fundgrube nach dem Iglauer Bergrecht **), so sieht man, dafs dieses Bergrecht weder die sogenannte gestreckte (lineare) Vermessung, noch den damit zusammenhängenden Begriff von Vierung, auch aufser der Fundgrube keine Maafsen, sondern überall nur die eben beschriebene oblonge Fundgrube kennt, mit deren Areal gleichzeitig der ganze Umfang des von einem Muther anzusprechenden Grubenfeldes vorgezeichnet ist.

*) Diese letztern Bestimmungen blieben sich nicht gleich, doch gehört Weiteres darüber nicht hierher. Vergl. de Herder Dissert. de Jure quadraturae metallicae. Wittenb. 1802. p. 32.

**) Vergl. Graf Sternberg a. a. O. S. 19.

Wie mannigfach die Gröfse der Fundgrube nach den verschiedenen sich ausbildenden Gewohnheitsrechten *) sich ausbilden mochte und wie verschieden dies durch alt geschriebene Berggesetze geschah; immer blieb diese Gröfse, d. h. also das Feld, welches der Muther zu seinem Bergbau zu fördern gesetzlich befugt war, so sehr beschränkt, dafs man in vielen seine Unzulänglichkeit für den beabsichtigten Zweck, insbesondere in Betreff des Abbaues der in die Fundgrube treffenden Gänge nach deren Hangendem, besonders aber Liegendem nicht verkennen konnte und so auf ein Auskunftsmittel denken mufste, um den Muthern durch Bewilligen von sogenannten „Mafsen" aufser der Fundgrube, nach einer jener Richtungen oder auch nach beiden zu Hülfe zu kommen. Wo dieses Hülfsmittel zuerst in Gebrauch kam, möchte schwer zu bestimmen sein; doch finden wir die Mafsen in oben bezeichnetem Sinn wenigstens schon in dem 16ten Jahrhundert.

Dafs dergleichen Mafsen **) nach den alten (namentlich den Iglauer) Berggesetzen nur nach dem Hangenden

---

*) S. Georg Agricola de re metallica. Basiliae 1561. S. 55 u. f. Dafs die Vermessung dem Fallen des Ganges eben so wenig wie nach dem Iglauer Bergrecht — so auch zu jener Zeit noch folgte, — geht daraus hervor, dafs Agricola sagt S. 64: Quaeque autem area cujus tandem forma fuerit recta descendit in imam terrae sedem." Aber schon tritt der Begriff der Vierung klarer hervor, denn er setzt hinzu: quare ejus (nämlich der terra) dominus habet jus partes omnium venarum dilatatarum quae sub prima sunt, non aliter ac dominus areae venae profundae (Fundgrube) jus habet tantae partis aliarum omnium venarum profundarum quanta intra areae terminus est. Hervorgegangen war dieser Begriff wohl unläugbar daraus, dafs der Beliehene in der Regel der erste Finder solcher Gänge ist. Vergl. die Herder'sche Diss. de Quadratura metallica a. a. O.

**) Vergl. de Herder a. a. O. S. 38. Hertwig's Bergbuch von den Mafsen. In der erweiterten Joachimsthaler Bergordnung vom J. 1541. Th. II. Art. 1. ist bestimmt, dafs die Mafsen zu

und Liegenden, nie aber nach dem Streichen an die Fundgrube gelegt werden konnten, versteht sich von selbst, weil im Streichen die Lanei des Königs u. s. w. neben der Fundgrube das weitere Erstrecken des Feldes für den Muther unmöglich machten. Aber mit dem Gewähren von Maafsen zu der Fundgrube zeigten sich die Berggesetze (das eben erwähnte Iglauer nicht ausgenommen) — aus den oben angeführten bei ihrer Redaction einwirkenden einseitigen Momenten — karg. So befiehlt z. B. das Ausschreiben wegen der Bergfreiheit in den Herrschaften Gera, Graitz u. s. w. vom 31. März 1617 *) dem Bergmeister, immer nur 2 Maafsen zu einer Fundgrube zu verleihen. Nur eben dies gestattet die markgräflich Brandenburg'sche Bergordnung vom 1. December 1619 **), desgleichen die churfürstlich Trier'sche von 1564 ***). — Unbestimmt dagegen läfst die Zahl der Maafsen die churfürstlich Cöllnsche vom 2. Januar 1669 †).

Eine Vermehrung der Citate wäre eben so leicht als nutzlos, da die angegebenen wohl hinreichen, um den

---

der Fundgrube förmlich gemuthet werden müssen und wenn der erste Finder dies zu thun verabsäumt, einem andern Muther verliehen werden können. Hieraus ist die gleichartige Festsetzung in andere Berg-Ordnungen (z. B. Cleve-Märksche Cap. II. §. 1., Schlesische und Magdeburgische Cap. III. §. 1.), wie auch in das Allgem. Landrecht Th. II. Tit. 16. §. 158. übergegangen.

*) S. Wagners Corpus juris metallici, S. 1378.

**) Ebend. S. 439.

***) Ebend. S. 936.

†) Ebend. S. 834 der Nachsatz des Art. VI.: „Ereignen sich aber Gänge in der Höhe, im Hangenden und Liegenden, die vermuthlich in der Tiefe dem Hauptgang zufallen möchten, aber füglich mit Querschlägen erreicht werden könnten, alsdann mag der Lehnsträger so viel Feld, als er auf seinem Hauptgang gemuthet, im Hangenden und Liegenden zugleich mitmuthen und zu seinem Lehn in Verschreibung halten" — enthält eine hier nicht weiter zu erörternde Anomalie der Theorie von der Vierung.

Uebergang auf die Entwickelung dieser Theorie in der preufsischen Bergwerksgesetzgebung zu begründen. Als Grundstein derselben erscheint die Jülicher Bergordnung vom 27. April 1542 *), welche unverändert in die Cleve-Märksche vom 3. Februar 1639 **), mit einigen Veränderungen in die Jülich-Bergsche neuere vom 21. März 1710 †) überarbeitet in die Cleve-Märksche vom 18. Juli 1737 ††) aufgenommen ward und endlich — mit den nöthigsten Modificationen sich in den „revidirten" Bergordnungen:

1) für das Herzogthum Cleve, Fürstenthum Moeurs und die Grafschaft Mark, vom 29. April 1766.
2) für das souveraine Herzogthum Schlesien und die Grafschaft Glatz vom 5. Juni 1769,
3) für das Herzogthum Magdeburg, Fürstenthum Halberstadt, die Grafschaften Mansfeld, Hohenstein, Reinstein, auch incorporirte Herrschaften, vom 5. December 1772,

vorfindet, deren Bereiche sämmtliche Provinzen des preufsischen Staats umfassen, in denen zu jener Zeit Bergbau getrieben wurde; so dafs die Bestimmungen, welche in ihnen gleichlauten, als damaliges allgemeines preufsisches Bergrecht, in materieller Beziehung zu betrachten waren, wenn gleich ihnen in anderer dieser Charakter fehlte.

In der Cleve-Märkschen Bergordnung vom 18. Juli 1737 lautet Cap. II. §. 1. folgendermaafsen und ist daraus in die Cleve-Märksche von 1766, Cap. II. § 1 so wie in die schlesische, von 1769, desgleichen in die Magdeburgsche von 1772 (in Beide, Cap. III. § 1.) übertragen

„Sobald ein Gang, Flotz oder Bank, sie führen Metall, Mineralien oder Steinkohlen mit sich, erschurfet ist; so

*) Ebend. S. 981.
**) Ebend. S. 1639.
†) Ebend. S. 982.
††) Ebend. S. 1247.

soll der Finder seine Fundgrube nach bergmännischer Art muthen; die übrigen Maafsen über und unter der Fundgrube aber kann sowohl der erste Finder, als ein anderer Liebhaber, wer selbige zuerst begehret, muthen, und in Lehn nehmen, jedoch versteht es sich von selbst, dafs dem Finder allerdings das Vorrecht gebührt, die nächsten Maafsen an seiner Fundgrube entweder ganz ober- oder ganz unterwärts, oder auch nach seiner Willkühr, zum Theil über, zum Theil unter der Fundgrube, das ist, ins Osten und Westen, oder wie der Gang, Flötze oder Bank sonst sein Streichen haben mögte, vorher wegmuthen zu können, ehe andere Liebhaber mit ihren Muthungen auf die nächstfolgenden Maafsen zu admittiren sind. Gleichwie aber bisher dieses Vorrecht gar sehr gemifsbrauchet, ungebührlich viele Maafsen gemuthet und bestätiget, hierdurch aber andere Baulustigen das Feld versperrt worden; so soll hinführo nicht vergönnet sein, zu der Fundgrube mehrere Maafsen zuzumuthen, als höchstens bei metallischen Werken Acht bis Zwölf Maafsen, bei Steinkohlenwerken bis höchstens Zwanzig Maafsen; es wäre denn, dafs zu der Zeit, da dieses Feld bis auf eine Maafse würklich abgebauet, sich noch niemand zu den nächstfolgenden Maafsen gemeldet hätte, als in welchem Fall den Gewerken freistehen soll, zu ihren schon verliehenen Maafsen noch die nächstfolgenden Ober- und Unter-Maafsen nachzumuthen, jedoch nicht anders, als dafs zuförderst in dem abgebaueten Felde der tiefste Stollen eingebracht, und darunter das tiefste möglichst gestrecket worden."

Die Bestimmungen, welche dieser Paragraph enthält, beweisen, dafs die alte Iglauer Vermessungsweise, wonach in dem Streichenden neben der Fundgrube Lanei für den König u. s. w. vermessen worden, in Cleve und den mit dieser Provinz gleiche Bergrechte besessenen und noch besitzenden westphälischen Provinzen, nicht stattfand, oder

abgeschafft, zugleich aber auch, daſs die jene Bergordnung erlassende preuſsische Bergwerksgesetzgebung zu der Ueberzeugung gelangt war,

1) daſs die von dem Muther zu fordernden Feldesgröſsen bisher sich zu gering bestimmt fanden,

2) daſs es irgend einer Norm bedürfe, nach welcher eine Gewerkschaft zu dem ihr verliehenen Grubenfelde, in Verfolg seines Abbaues, benachbartes durch Zu-Muthen hinzuzufordern berechtigt sei.

Daſs vorzugsweise in westphälischen Provinzen diese Ueberzeugung zunächst sich aufdrängte, lag darin, daſs eben dort früher als in andern die Steinkohlen zu dem Bergwerksregal gezogen, auf sie ein bedeutender Flötzbergbau begonnen worden und in Folge seiner Natur die Unzulänglichkeit eines außer der Fundgrube nur 2 Maaſsen umfassenden Feldes, zu einem irgend lohnenden Bau zu hier hervorgetreten war, um nicht das Unerläſsliche eines ausgedehntern Zugeständnisses an den Tag zu bringen. Gleichzeitig ergab die Erfahrung in mehr als einer Hinsicht: wie mancherlei unvorhergesehene Störungen in den Lagerstätten oft den ursprünglichen Abbauplan einer Grube wesentlich umzuwandeln zwangen, und wie in Folge gewonnener Aufschlüsse, so wie wegen vorwaltender örtlicher besonderer Verhältnisse, nicht nur Billigkeits- sondern auch technische Gründe es erforderten, freies, an eine verliehene Grube gränzendes Feld ihr zu überlassen, d. h. Zu-Muthungen zu gestatten.

Unableugbar ist die in der ebenangeführten Gesetzstelle gegebene erweitere Bewilligung als ein Fortschritt in zwiefacher Beziehung anzuerkennen. Einmal nämlich, weil er eine eingeschlichene, den vorhandenen Gesetzen zuwiderlaufende Praxis, wonach Felder von willkührlicher Gröſse gemuthet und verliehen, dadurch aber Feldessperren herbeigeführt worden, durch eine festen Norm beschränkte, dann aber auch, weil das Bewilligen der Belehn-

ung frischen Feldes nicht unbedingt von der Bergbehörde
bhängig blieb, sondern nur Momente als Platz greifend
rschienen, deren Eintreten einen wirklichen Rechtsanspruch
uf solches frisches Feld motivirten. Leider wirkten aber
n beiden Beziehungen, wie bei so vielen Bestimmungen
ener Bergordnungen, dem freien und vollständigen Entfalten
iner Sachgemäfs durchgeführten Theorie die Rücksichten
ntgegen, welche die Verfasser des Gesetzes — gleichviel
b aus Befangenheit, oder aus welcher andern Ursache —
uf das Bestehende und auf ein möglichstes Vermeiden
einer Umwandlung nahmen; in deren Folge sie nur „re-
idirte" nicht „neue" Bergordnungen redigirten und auf
ine sehr wünschenswerthe gründliche Sonderung der Ver-
ältnisse des Flötzbergbaues von denen des Gangbergbaues
ich gar nicht einliefsen. So geschah es denn, dafs die
Bestimmung der von dem Muther alsbald zu fordernden
Maafsenzahl, in dem betreffenden Paragraph der Bergord-
ungen, für die verschiedenen Provinzen nicht einmal
leichmäfsig, in allen für den Flötzbergbau nur in seltenen
Fällen hinreichend, in den bei weiten meisten viel zu gering
nd selbst für den Gangbergbau meist zu beschränkt aus-
el; dergestalt, dafs das Beachten des allgemeinen Besten,
n dem Entgegenwirken gegen Monopolisiren und damit
erwandter Feldessperre, sich bis zu einem unbilligen Ver-
ngen der den einzelnen Bergbaulustigen für ihre Specu-
ation zu überlassenden Sphäre, über das Ziel hinausging
nd es daher nicht selten verfehlte; oder die oberste Berg-
verksbehörde nöthigte, zu seinem Erreichen von ihrer
Machtvollkommenheit durch Ausnahmsweises Bewilligen grö-
sern Feldes, unter besondern Umständen, Gebrauch zu
nachen.

Von der Emanation der erwähnten provinciellen Berg-
rdnungen bis zu der des preufsischen Allgemeinen Land-
echts verstrich ein so grofser Zeitraum, dafs man
wie andere so auch den eben berührten Mangel dieser

Bergordnungen vollkommen einsah und in Bezug auf die von einem Muther, Kraft seines Finderrechts zu begehrende Feldesausdehnung deshalb Theil II. Tit. 16. die §§. 156, 157, 158 aufnahm:

„§. 156. Der Umfang des den Bauenden anzuweisenden Feldes oder Districts, worauf sich das Recht des ersten Finders erstreckt, ist, in Ermangelung besonderer Provinzialgesetze, auf streichenden Gängen, Stockwerken und Erzlagern, deren Fallen mehr als funfzehn Grad beträgt, zwei und vierzig Lachter Längenmaafs; auf Gängen und Erzlagern, deren Fallen unter funfzehn Grad beträgt, zwei und vierzig Lachter ins Gevierte; und auf Flötzen- oder Seifenwerken, ohne Unterschied des Fallens, Funfzig Lachter ins Gevierte."

„§. 157. Doch sollen dem Finder, auf ausdrückliches Begehren, außer seiner Fundgrube vorzüglich zugetheilt werden: auf Gängen, Stockwerken und Erzlagern, deren Fallen mehr als funfzehn Grad beträgt, und welche gangweise oder nach Längenmaafs vermessen werden, zwölf Maafsen, jede zu acht und zwanzig Lachtern Feldeslänge; auf Gängen und Erzlagern, deren Fallen unter funfzehn Grad beträgt, und die nach geviertem Felde vermessen werden, zwanzig Maafsen, jede zu acht und zwanzig Lachtern ins Gevierte; auf Flötzen oder Seifenwerken aber, ohne Unterschied des Fallens, so viel, als füglich in einem zusammenhängenden Baue gefafst werden kann, bis zwölfhundert Maafsen, jeden zu vierzehn Lachtern ins Gevierte."

„Vom Muthen."

„§. 158. Macht der Finder, nach §. 154 seq., von seinem Rechte keinen Gebrauch, so tritt derjenige, der am ersten den Gang oder das Flötz muthet, an dessen Stelle."

Diese Paragraphen entsprechen — trotz einiger innern Unvollständigkeit — dem Zweck besser als die Bergordnungen, konnten aber wenig nutzen, da sie nur in denen

Provinzen, in welchen Provinzialgesetze nicht etwas anderes verordneten, in Anwendung treten, gerade aber in den für den Bergbau erheblichen Provinzen des preufsischen Staats die oben angeführten Bergordnungen als solche, dem Allgemeinen Landrecht vorgehende Provinzialgesetze gelten. Diesen Mifsstand zu beseitigen, gelang erst dem den 1. Juli 1821 *) erschienenen, in seinem §. 7. alle ihm entgegenstehende Vorschriften der Provinzialbergordnungen und des Allgemeinen Landrechts ausdrücklich aufhebenden Gesetz „die Verleihung des Bergeigenthums auf Flötzen betreffend." Es verordnet dies Gesetz:

„Wir Friedrich Wilhelm etc."

„Da die Bestimmungen der Provinzialbergordnungen und des Allgemeinen Landrechts, über die Verleihung des Bergeigenthums auf Flötzen, der eigenthümlichen Natur dieses Bergbaues nicht überall angemessen befunden worden, und daher schon in einzelnen Provinzen ein abweichendes Vorkommen darüber bestanden hat; so haben Wir diese Mängel der bisherigen Gesetzgebung durch anderweitige gesetzliche Bestimmungen zu heben beschlossen, und verordnen daher, nach erfordertem Gutachten Unsers Staatsraths, für sämmtliche Provinzen und Landestheile Unserer Monarchie, diesseits des Rheins, ohne Ausnahme Folgendes:

„§. 1. Die Muthung und Verleihung des Bergeigenthums auf Flötzen soll künftig nicht blos im gevierten sondern auch im gesteckten Felde nach Längenvermessung zulässig sein."

„§. 2. Welche dieser beiden Arten der Vermessung in vorkommenden Fällen anzuwenden sei, bleibt dem Ermessen der Bergbehörde überlassen, je nachdem sie die eine oder andere Art dem zweckmäfsigen Abbau eines Flötzes nach dessen Verhalten angemessen findet."

*) Gesetz-Sammlung von 1821, S. 106.

„§. 3. In der Verleihung eines gevierten Feldes auf einem Flötz sollen, statt der in den Provinzialbergordnungen bestimmten Maafsen, sowohl dem ersten Finder aufser seiner Fundgrube, als jedem folgenden Muther, so viel Maafsen zugestanden werden, als zu einem zusammenhängenden Bau erforderlich sind, jedoch nicht über zwölfhundert Maafsen hinaus, jede zu vierzehn Lachtern ins Gevierte gerechnet."

„§. 4. Mit der vorstehenden Verleihung zum gevierten Felde soll die ewige Teufe nach senkrechten Ebenen verbunden sein."

„§. 5. Bei der Verleihung eines gestreckten Feldes auf einem Flötz wird, statt der bisherigen Vierung, sowohl dem ersten Finder, als jedem nachfolgenden Muther eine ausgedehntere Vierung zugestanden, welche nach dem Ermessen der verleihenden Bergbehörde bestimmt werden soll, jedoch nicht über fünfhundert Lachtern hinausgehen darf."

„§. 6. Es soll diese Vierung horizontal vom Dach oder von der Sohle des verliehenen Flötzes gemessen, und sie kann entweder, theils im Hangenden, theils im Liegenden, oder ganz im Hangenden, oder ganz im Liegenden genommen werden."

„§. 7. Durch gegenwärtiges Gesetz sind die entgegenstehenden Vorschriften der Provinzial-Bergordnungen und des Allgemeinen Landrechts aufgehoben."

Dafs die in diesem Gesetz der Bergbehörde anheim gegebene Bestimmung, welche von den beiden Vermessungsarten in jedem vorkommenden Fall die anzuwendende sei, nicht nach Willkühr erfolgt, sondern sich durch die Beschaffenheit der Lagerstätte und die von dieser abhängenden Art des Abbaues nach individuellen Umständen ergiebt, bedarf keiner ausführlichen Auseinandersetzung. Sehr weislich hat das Gesetz vermieden, sich in dieser Beziehung auf eine weit ausgesponnene Casuistik einzulas-

sen, da in zweifelhaften Fällen doch immer auf das Ermessen der technischen Behörde zurückgegangen werden müfste, wenn das Gesetz sich auch noch so sehr bemühte, durch Annahme gewisser Winkel des Fallens und dergl. das Urtheil dieser Behörde über die Festsetzung der Art der Vermessung einzuengen.

Wenn aber nun auf solche Weise für den Theil des preufsischen Staats, in welchem das Allg. Landrecht als gemeines Gesetzeskraft übt*), den Ansprüchen der Muther bezüglich auf das aufser der Fundgrube zu begehrende Grubenfeld, Hinsichts des Flötzbergbaues in einem auskömmlichen Grade genügt ist, Hinsichts des Gang-Bergbaues aber vorläufig mit dem auszureichen scheint, was die Bergordnungen und das Allgemeine Landrecht in den oben angeführten Stellen darüber enthalten; so schweigt doch das Gesetz vom 1. Juli 1821 eben so, wie das Allgemeine Landrecht über die Frage: was wegen vorkommenden Zu-Muthungen Rechtens. Die Beantwortung dieser Frage mufs demnach aus der Natur der Sache, verbunden mit dem Inhalt der Bergordnungen, abgeleitet werden. Die Umstände, um deren Willen ein Bergbauender zu seiner Grube Feld hinzu muthet, sind so mancherlei Art, dafs sie vollständig einzeln herzuzählen kaum möglich. — Dafs jeder Zu-Muthung, wie jeder ursprünglichen, das Streben nach einem Vortheil zu Grunde liegt, versteht sich eben so von selbst, als dafs dieses Streben, um berücksichtigt zu werden, an bergbauliche Verhältnisse und Beziehungen geknüpft sein mufs. Wo diese mangeln, ist eine nur auf jenes Streben beruhende Zu-Muthung unbedenklich — wie in der Praxis geschieht — nach Analogie der blinden Muthungen, zu-

*) In dem Theil des Staates, in dem noch französisches, so wie in dem, worin noch gemeines deutsches Recht gilt, ist dies nicht der Fall, weil beide dort nicht provinzielle sind, sondern ein allgemeines darstellen.

rückzuweisen, weil es ihr an einem Rechts-Fundament zu dem Ansprechen eines Erwerbungs-Titels fehlt.

Der Muther hat nämlich von solchem — dem Finderrecht — bereits Gebrauch gemacht und die ihm ertheilte Belehnung sich über den ihm zu bewilligenden Felder-Umfang ausgesprochen, welchem Ausspruch er vermittelst der Annahme der Belehnung stillschweigend sich unterwarf. Auf diesem Wege war das ganze Geschäft der Aufnahme der Grube beendigt. Ein nochmaliger Anspruch aus der Muthung an und für sich ist demnach als ein neues Geschäft anzusehen, folglich auch als ein solches zu behandeln, mithin, auch selbst bei Gruben nicht darauf einzugehen, welche, vor dem Gesetz vom 1. Juli 1821 und darum nur mit einem geringern als dem nach diesem Gesetz zulässigen Felde verliehen, nun auf den Grund besagten Gesetzes ein größeres ansprechen wollen; da das Gesetz keine zurückwirkende Kraft üben kann.

Ganz anders verhält es sich mit Zu-Muthungen, welche nicht auf die ursprüngliche Muthung an und für sich, sondern auf bergbauliche Rücksichten gegründet sind, deren Beachten von Seiten der Berg-Behörde als eine Folge der ertheilten Belehnung erscheint; gleichviel ob in Betreff der dem Belehnten durch die Belehnung

a) auferlegten Verpflichtung fortwährender, den Vorschriften der bergbaulichen Technik und Polizei entsprechenden Benutzung des ihm verliehenen Bergwerks-Eigenthums; oder des ihm durch dieselbe

b) zugesagten Begünstigens seines Unternehmens, so lange er die aus der Belehnung folgenden Pflichten treu erfüllt.

Sowohl aus der einen als aus der andern dieser Beziehungen kann eine Zu-Muthung mit Recht erfolgen. So kann z. B oft eine Grube ihren Betrieb nicht fortsetzen, wenn nicht das Erlangen frischen Feldes ihr das Emporheben einer lohnenden Wasserhaltung vermöglicht, oder sie

mufs ohne frisches Feld erliegen, weil das vorhandene abgebaut, oder auch theilweise unbauwürdig befunden worden ist. In dem erstern Fall erscheint die Pflicht, in dem letzteren das Recht des Beliehenen als das vorwiegende Motiv des Gewährens frischen Feldes. Prüft man jedoch die vorkommenden nicht als blind zu behandelnden, sondern auf einem bergbaulichen Fundament beruhenden und darum beachtenswerthen Zu-Muthungen genau, so dürfte man wohl bei allen finden, dafs sie sowohl aus dem einen als aus dem andern dieser Gesichtspunkte gleichzeitig aufgefafst werden mögen und nur der eine vor dem andern mehr hervortritt.

Je mehr man aber die Umstände, unter denen Zu-Muthungen für motivirt zu achten, zergliedert, desto mehr drängt sich die Ueberzeugung auf: dafs allemal das Kriterium ihrer Zulässigkeit — abgesehen von etwa in Erwägung tretenden concreten privatrechtlichen Verhältnissen — in Momenten der Bergwerks-Verwaltung und des Bergbaubetriebes und Haushalts liegt, mithin die Entscheidung über solche Zulässigkeit zu der Cognition derjenigen Behörde gehört, welchen verfassungsmäfsig die Verwaltung des Bergregals und die damit verbundene obere Leitung und Beaufsichtigung des Bergbaues obliegt, deren Sache es demnach auch ist, bei vorkommenden Zu-Muthungen zu erwägen, welche privatrechtlichen besondern Verhältnisse und Interessen, bei dem Entscheiden über das Ertheilen oder Versagen der begehrten Belehnung in das Spiel kommen und vielleicht vorher Erörterung in gewöhnlichem Rechtswege nöthig machen.

Mit dieser Ansicht stimmt vollkommen der Inhalt eines Justiz-Ministerial-Rescripts vom 11. December 1835, welches sich zwar unmittelbar nur auf einen Fall bezieht, in dem für eine vor dem Gesetz vom 1. Juli 1821 verliehene Grube, nach seiner Publikation eine, erst durch dieses Gesetz für zulässig erklärte gröfsere Vierung verlangt

worden war; wegen der Gleichheit des principiellen Verhältnisses aber auch dann ebenmäfsig ergangen wäre, wenn die fragliche Grube eine nach geviertem Felde vermessene, – demnach nicht gröfsere Vierung, sondern direct gröfseres Feld angesprochen gewesen wäre. Das erwähnte Rescript lautet *): „Von einem Rechte des Muthers auf die bisherige Vierung kann nach dem §. 5. des Gesetzes vom 1. Juli 1821 schon deshalb nicht die Rede sein, weil hiernach, wie sich aus den Worten: „statt der bisherigen Vierung" ergiebt, die früheren gesetzlichen Vorschriften über die Zumessung der Vierung ganz weggefallen sind. Das Gesetz vom 1. Juli 1821 hat nun zwar statt dessen es für zulässig erklärt, sowohl dem ersten Finder, als jedem nachfolgenden Muther eine ausgedehntere Vierung bis zum Maximum von 500 Lachtern zuzugestehen, allein die Bestimmung ist ausdrücklich der verleihenden Berg-Behörde überlassen worden."

„Aus diesen Gründen kann eine Klage gegen die Berg-Behörde bei Verleihung eines gestreckten Feldes auf dem Flötz auch eine Vierung zu bewilligen, nicht zugelassen werden." —

Die oben angeführte Stelle aus den Berg-Ordnungen der älteren Provinzen des preufsischen Staats knüpft das Recht eines Grubenbesitzers, zu seinem Felde neue Maafsen zuzumuthen an die Bedingungen, dafs

1) er sein bisheriges Feld bis auf eine Maafse wirklich abgebaut;
2) sich noch Niemand zu den befraglichen nächsten Maafsen gemeldet;
3) in dem abgebauten Felde den tiefsten Stollen eingebracht und
4) darunter das Tiefste möglichst gestreckt worden.

---

*) S. das erste Supplementheft zu Steinbeck's Ergänzungen und Erläuterungen des preufsischen Bergwerksrechts, S. 13.

Nur wenn man Gangbergbau und diesen in einer Zeit im Auge hat, in welcher eine andere Art tiefer Lösung einer Grube als durch Stollen noch unbekannt war, findet man aus diesen Bestimmungen einen folgerechten Sinn heraus. Es sollte nämlich verhindert werden, dafs ein Grubenbesitzer den Abbau seines Feldes nur in oberer Teufe bewirke, statt den mühevollern, kostspieligern und vielleicht minder lohnenden in gröfserer zu verfolgen; letztern vielmehr aufgebe, sich dagegen in weiterm Feldes-Umfang verbreite und so Anderen dereinst der Tiefbau zur Last falle, ein herankommender Stollner aber sich auf die Stollengebürnisse aus dem tiefern Felde der Grube beschränkt, und die aus dem obern dagegen aber in dem Grade verkürzt fände, in dem letzteres in einem weitern Umfang als ersteres vorher abgebaut worden. — Bei der frühern so hohen Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit tiefer Stollen und ihnen deshalb durch die Gesetze ertheilten Begünstigung, war eine dergleichen Rücksicht ganz begründet*).

Lieber mochte eine Grube bis der Stollen herankam fristen, als ihn durch ausgedehnteres Feld und darauf gegründeten Abbau in oberer, mit Hintansetzen desselben in gröfserer Teufe gefährden **).

Dafs eine wörtliche und exclusive Anwendung der oben erwähnten Bedingungen bei flach fallenden Flötzen nicht

---

*) Das Stollenrecht bildet den wichtigsten und charakteristischsten Theil der alten Bergrechte. Die Erfindung der Dampf- und der Wassersäulen-Maschinen hat seine Wichtigkeit sehr vermindert und vielleicht ist der Zeitpunkt nahe, wo auch in deutschen (wie schon in fremden) Berggesetzen von ihm keine weitere Rede, sondern das ihm zu Grunde liegende Bergbau-Verhältnifs lediglich als ein der privatrechtlichen Uebereinkunft zu überlassendes betrachtet werden wird.

**) Darum zählte die hier in Rede stehende Prov.-Berg-Ordnung ausdrücklich (resp. Cap. VII. und VIII. §. 1.) das „Warten-Müssen" auf Lösung durch einen herankommenden Stollen, zu den Ursachen, welche eine Fristung rechtfertigen.

nur zu noch viel gröfsern Härten als häufig schon bei stehenden Flötzen und Gängen führen, sondern auch oft völlig unpassend erscheinen und Chicanen begünstigen würde, entging den Verfassern der Provinzial-Bergordnungen wohl nicht. Ihre Meinung lief aber auch keinesweges darauf hinaus: das Ermessen der Bergbehörde über das Gewähren oder Versagen frischen Feldes, sondern um den Rechts-Anspruch des Grubenbesitzers auf solches abzugränzen; also die Behörde mit Bedingungen zu versehen, deren Erfüllung sie von ihm dann fordern konnte, wenn solche überhaupt Sachgemäfs und ausführbar und kein anderweitiger Grund vorhanden, um dessen Willen, auch ohne solche, die Gewährung frischen Feldes zulässig erschien. Der gehörig vorgeschrittene Abbau, der Bedarf frischen Feldes für seine Fortdauer, die Rücksicht auf Stollenverhältnisse und auf etwa collidirende ältere Ansprüche anderer Muther; dies waren die Gesichtspunkte, aus denen bei dem Entscheiden über eine Zu-Muthung die Bergbehörde die Sachlage zu prüfen hatte, indem ihr zugleich oblag zu erwägen, in wie weit durch das Bewilligen des zugemutheten Feldes für andere Bergbauende eine Feldessperre, oder für das Publikum ein monopolistischer Nachtheil erwachsen könne.

Die angeführten Bedingungen in den Provinzial-Berg-Ordnungen stellen sich also, Bezugsweise auf das Entscheiden der Bergbehörde über eine Zu-Muthung, als facultative (unter Umständen Platz greifende Abweisungsgründe), nicht aber als prohibitive (d.h. stets eine solche Abweisung herbeiführende) dar.

Das Gesetz vom 1. Juli 1821 fafst das ganze Verhältnifs für den Flötzbergbau aus einem höhern, seiner Natur und seinen Fortschritten entsprechenden Standpunkt auf, indem es die von den Provinzial-Bergordnungen aus den alten Bergrechten aufgenommene Feldesbeengung aufhebend, Feldes-Bewilligungen aufser der Fundgrube, für

geviert zu vermessende Gruben bis zu 1200 Maafsen, bei Linear-Vermessung eine Vierung bis zu 500 Lachtern, zuläfst und so einen gehörig umfänglichen und lohnenden Bau fördernd, zu grofsartigeren Unternehmungen und Wagnissen aufmuntert, als mit den bis dahin bestandenen geringen Feldes-Zutheilungen eintraten, wo nicht etwa — wie sehr selten geschah — mehre Gewerkschaften sich dazu vereinigten oder die Bergwerks-Behörde sich ihrer administrativen Befugnifs bedienend, auf eine Zu-Muthung ein gröfseres Feld bewilligte als der Zu-Muthende zu fordern durch die Bergordnung ausdrücklich berechtigt ward. — Das Gesetz vom 1. Juli 1821 giebt in §. 2. und 5. die Bestimmung, wie weit innerhalb oben berührter Ausdehnung Feld, und Bezugsweise Vierung zu bewilligen, dem Ermessen der Bergbehörde überläfst es für dieses Ermessen kein weiteres Anhalten, als dafs es in §. 3. auf das „Erfordernifs für einen zusammenhängenden Bau" als Maafsstab für den Umfang des zu bewilligenden Feldes hinweist. Dies entspricht auch in Betreff der Zu-Muthungen völlig der früheren Praxis; denn wenn nach dieser von der Bergwerksbehörde allerdings die ursprüngliche Feldesbewilligung für eine Grube nicht über das dafür in den Bergordnungen ausdrücklich bezeichnete Maximum ausgedehnt wurde und werden durfte, so fiel doch ein solches Beschränken weg, wenn die Bergwerksbehörde sich durch administrative Gründe bewogen fand, bei einer Zu-Muthung nicht auf dem Erfüllen derjenigen Bedingungen zu verharren, von denen — wie oben gezeigt — die Bergordnungen nicht die Bewilligungsbefugnifs der Bergbehörde, sondern nur den Rechtsanspruch des Zu-Muthenden ihr gegenüber abhängig machten. Das Gesetz vom 1. Juli 1821 regelt, was bisher der Willkühr der Behörde anheim gefallen, indem es nicht nur für den ersten Finder (also ursprünglichen), sondern auch für jeden „folgenden (also Zu-) Muther" bei dem Flötzbergbau, für das auf ein-

mal zu nehmende Feld das Maximum des Areals bei gevierter (quadratischer), so wie das der Vierung bei gestreckter (Linear-) Vermessung aufstellt.

Auch in Betreff dieses Gegenstandes — dem Bestimmen der Gröfse des Feldes — wird vielleicht, wie bei dem oben berührten — dem Bestimmen der Art der Vermessung — Manchem, welcher nach recht vervielfachten Normen für die Verwaltungsacte der Behörden Verlangen trägt, mifsfallen, dafs das Gesetz vom 1. Juli 1831 nicht die einzelnen Umstände, nach denen sich die Bergwerks-Behörde bei den befraglichen Feldesbewilligungen richten solle, zergliedert und danach specielle Vorschriften construirt. Ein Versuch solchen Unternehmens würde eben, wie dort auch hier, sehr bald verunglücken und die Ueberzeugung herbeiführen, dafs der Gesetzgeber besser thut, nicht darauf einzugehen, sondern der Behörde einen freien Spielraum zu belassen und gegen irgend eintretende Mifsgriffe oder gar Ungerechtigkeiten derselben, in dem administrativen Instanzenzuge, so wie in dem Rechtsweg, wo derselbe zulässig, eine hinreichende Abwehr zu erkennen. Keinesweges kann auch die Bergwerksbehörde in der Anwendung des mehrgenannten Gesetzes willkührlich handeln; denn sie würde, wenn sie dieſs thäte, sich der Gefahr aussetzen, andere gesetzliche Bestimmungen und Verwaltungsvorschriften zu verletzen, bedenkliche Exemplificationen zu veranlassen und sich bei dem Durchführen ihres obersten Princips der Bergwerksdirection, als eines Zweiges der Staatswirthschaft, in Widerspruche zu verwickeln. Zunächst nämlich mufs als jenes oberste Princip unbedingt dasjenige bei der Anwendung des gedachten Gesetzes in Betracht kommen, welches in dem Eingang der gegenwärtigen Blätter als das für alle Verleihung von Gruben leitende ausgesprochen wurde und nach ihm wird die Behörde nur dann, wo weder das allgemeine Wohl noch ein privatrechtlich besser begründetes Interesse in den Weg tritt, ohne

Bedenken Verleihungen von Grubenfeldern in der zulässigen gröfsten Ausdehnung bewilligen, sobald diefs für einen „zusammenhängenden Bau erforderlich ist" ja sie wird sogar, wo jene Voraussetzungen vorwalten, dergleichen „Erfordernisse" mit Berücksichtigung möglicher Störungen in dem ursprünglichen Bergbauplan des Muthers und dann muthmafslich nöthige Aenderungen, welche eine Ausdehnung des Feldes erfordern möchten — mit einem Wort, in liberalster Weise — zu beurtheilen keinen Anstand nehmen.

Dies modificirte sich, wo diese Bedingungen nicht erfüllt erscheinen. Zunächst da wo das Bewilligen so grofsen Grubenfeldes für den Bedarf der Grube nicht nur nicht nöthig, vielmehr dafür und zu einem dem Bergbau-Unternehmer entsprechenden Gewinn sichernden Umfang dieses Feldes ein geringeres hinlänglich, mit dem Bewilligen der gröfsten Feldesausdehnung aber für das Publicum eine monopolistische Bedrückung (z. B. in Betreff von Steinkohlen-Beschaffen) oder für andere vorhandene Bergbaulustige eine Feldessperre herbeigeführt werden würde. In solchem Fall tritt recht eigentlich die Autorität der Bergwerksbehörde als Verwalterin des Bergregals, in Bezug auf das allgemeine Staatswohl und ihr dem entsprechendes Arbitrium über eine beschränktere Feldesbewilligung ein, wogegen ein Rechtsweg, wie schon oben erwähnt, der Natur der Sache nach, durchaus nicht statt findet.

Häufiger wie dieser Gesichtspunkt tritt bei dem Bewilligen von Feldesgröfse für Zumuthungen die Rücksicht auf Privatrechte hervor. Abgesehen von solchen Rechten dieser Art, welche sich auf einen speciellen Rechtstitel (z. B. auf ein Exclusivprivilegium zum Bergbaubetrieb) stützen und hier nicht weiter verfolgt werden können, sind es folgende generelle Beziehungen, aus denen, theils wirklich, theils scheinbar, Widerspruchsrechte gegen das Feldesgewähren auf Zumuthungen, überhaupt oder Hinsichts der

Ausdehnung, in Anregung kommen, nämlich die Verhältnisse zu:

1) Grundbesitzern,
2) benachbarten Gruben,
3) andern Muthern,
4) Schürfberechtigten,

bei der betreffenden Grube und diese Verhältnisse bedürfen hier einer Erörterung ihrer Einzelnheiten.

Zu 1. Obgleich in Folge der alten Art deutscher Legislationen von keiner derselben eine Definiton des Bergregals gegeben, so ist doch nicht minder klar, wie alle mit der neuen französischen *) darin übereintreffen: gewisse — nach der Verschiedenheit der Landesverfassung so wie des Landesherkommens mehr oder minder zahlreiche — Mineralien, als von dem Grund und Boden gesondertes, seinen Eigenthümern nicht als sein Zubehör zuständiges, sondern dem Staat als dessen Besitzthum vorbehaltenes Object zu betrachten, welche er nach Befinden direct durch eigenen Bergbau benutzen, oder solchen Nutzen durch Ueberlassen des Betriebes des Bergbaues an Unternehmer für sich vermitteln möge. Hierbei ist nun vielfach in Streit gekommen, ob der Besitz des Staats der primitive oder ob er nur ein dem Grundbesitz entzogener sei, ob also in zweifelhaften Fällen die Präsumption für oder gegen die Bergregalität eintrete. So reichen Stoff aber diese Streitfrage immerhin für die Theorie darbieten mag, so erscheint sie doch auf dem Gebiet des positiven preufsischen Bergrechts, und zwar zu Gunsten des Bergregals, entschieden. Die Clev-Märksche Bergordnung vom 29. April 1766 sagt wörtlich in Cap. I. §. 1:

„Einem jedweden Liebhaber und Bergmann soll hiermit

*) S. die Rede des Grafen St. Jean d'Angely, gehalten in dem Corps legislatif den 10. April 1810 (Journal des mines 1810 Pag. 343.)

nachgelassen sein, in gedachten Unsern Landen, auf Feldern, Wiesen, in Gärten, Gehölzen und andern Orten auf allerlei Mineralien, Metallen oder Fossilien, nach Gängen, Flötzen, Bänken, Klüften und Geschicken zu schürfen, ohne dafs deswegen von dem Grundherrn und Besitzer der Güter Einhalt oder Hinderung geschehen möge; jedoch dafs der Schürfer sich deswegen vorhero bei Unserem Berg-Amte gehörig gemeldet, und von demselben Concession erhalten habe."

Diese Freierklärung erhält ihre noch bestimmtere Deutung in der schlesischen Bergordnung vom 5. Juni 1769, denn nicht genug, dafs hier in Cap. I. §. 1. diejenigen Mineralien, welche dem Bergregal zugehören, sehr umfänglich aufgezählt werden, beginnt §. 2. bei dem Verzeichnen der davon ausgeschlossenen, sehr bezeichnend mit den Worten „Es verbleiben den Dominiis" und unterwirft in §. 4. sogar diese Mineralien einer zwangsweisen Benutzung, wo sich dazu ein Fremder geneigt, das „Dominium" aber nicht bereit findet.

Das Vorbaurecht, welches in §. 3 des gedachten Kapitels die Schlesische Bergordnung dem Grundherrn dem sich zur Aufnahme einer Grube auf seinem Grundstück meldenden Muther gegenüber einräumte, erschien hiernach nur als ein beschränktes Beibehalten frühern grundherrlichen Bergbaurechts und kann in dem ganzen Zusammenhange aufgefafst nur als ein Zugeständnifs, als eine Bewilligung Seitens des Gesetzgebers, betrachtet werden. Diesen Sinn entsprechend fand die damalige oberste Bergwerks-Verwaltungsbehörde es unbedenklich, ebengedachte Bewilligung bereits den 4. August 1770 dahin zu beschränken *):

„dafs der erste Finder, wenn er auf die Fundgrube mu-

*) Diese Beschränkung ist demnächst wörtlich in die Allerhöchste Declaration vom 1. Febr. 1790 aufgenommen:

„dafs der erste Finder, wenn er auf die Fundgrube muthet,

thet, dem Dominium fundi, daferne dieser es praevia oblatione begehret, auf die Hälfte der Zeche oder ein und sechzig Kuxe zulassen müsse, als wodurch, da selten Jemand ohne Gewerken eine Grube bauen kann, der erste Finder dennoch Anreitzung genug und Belohnung für seinen Fund erhält; dem Grundherrn aber auch das ihm in der Bergordnung nachgelassene Vorzugsrecht nicht geschmälert wird, welches geschehen würde, wenn ihm gegen den ersten Finder gar kein Recht gelassen werden sollte, so wie es anderer Seits auf eine offenbare Unbilligkeit und einen dem Bergbau schädlichen Mißbrauch hinauslaufe, falls der erste Finder, welcher oft vergebliche Kosten daran setzt, die Gefahr allein, der Grundherr hingegen, indem er das Glück des Schürfers abwartet, ohne eigene Gefahr den Gewinn allein haben soll"

und in der am 7. December 1772 ergangenen Magdeburg-Halberstädtischen Bergordnung lautet, hiermit übereinstimmend, Cap. I. §. 3.

„Wenn indessen eine Gewerkschaft ein zu Unserem Regali gehöriges Bergwerk muthen will, so soll Unser Ober-Berg-Amt dieses dem Grundherrn anzeigen, und bei demselben anfragen, ob er auf dem erschürften Gange Flötze oder Stockwerke selbst bauen wolle, da denn der Grundherr den Vorzug haben soll, jedoch nur auf die Hälfte, also auf 61 Kuxe, die andern 61 Kuxe verbleiben dem Finder, damit nicht zum Nachtheil des Bergbaues die Baulustigen von Aufsuchung und Entblösung der Mineralien, durch dieses denen Grundherrschaften gegönnete Vorzugsrecht, gänzlich abgeschreckt werden."

Bei solcher Sachlage kann überall da, wo von dem ebenerwähnten Dominial-Mitbaurecht die Rede, nur von

zur Hälfte derselben berechtigt sei, der Grundherr aber, daferne er es nach ergangener Aufforderung verlangt, zum Muthen auf die andere Hälfte oder 61 Kuxe vorzugsweise gelassen werden soll.

den bei Privilegien Platz greifenden Auslegungsregeln ausgegangen, ein solches Recht also nur an den Ort der Fundgrube *) geknüpft und bei seinem Ausüben nicht weiter darauf gerücksichtiget werden: ob und wohin dem Muther durch die Belehnung auch Maafsen zu Theil werden, da immer nur die Fundgrube als das Characteristische und Essentielle der Grube in Betracht kommt, wo es sich um das Objective ihres ursprünglichen Besitzthum-Tituls handelt, während die Maafsen dabei stets nur als ein von zufälligen Umständen abhängiger Zubehör gelten. So verhält es sich namentlich bei den beiden (in den Gesetzen unpassend der Erkux benannten) Dominial-Freikuxen. Die §§. 120, 121. Titel 16. Theil II. des Allgemeinen Landrechts lauten:

„§. 120. Der Erbkux gebührt demjenigen, in dessen Grund und Boden die Fundgrube sich befindet."

„§. 121. Liegt die Fundgrube auf der Gränze, und also auf dem Grund und Boden zweier Nachbarn zugleich: so wird der Erbkux zwischen beiden Grundeigenthümern verhältnifsmäfsig durch Erkenntnifs des Bergamts getheilt."

Zwar brauchen die drei hier in Bezug zu nehmenden Bergordnungen **) den Ausdruck „Grundherr auf dessen Grund das Bergwerk liegt und bearbeitet wird". Die Praxis hat aber — und zwar wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, ganz folgerecht — diesen Ausdruck immer nur auf die Fundgrube bezogen. Wohin die Fundgrube trifft, hängt von dem Punkt des gemachten Fundes und nicht von irgend einem Zuthun des Grundherrn ab, welcher eben so wenig bei dem Vermessungsproject oder der

*) Rescript an das Schlesische Oberbergamt vom 8. August 1830, abgedruckt in den Ergänzungen u. s. w bei §. 124. Titel 16. Theil II. Allgemeines Landrecht.

**) Die Clev-Märksche Cap. XXX. §. 1. Die beiden andern Cap. XXXI. §. 1.

Frage: ob und wieviel Maafsen dem Muther aufser der Fundgrube zu verleihen, eine Stimme hat. Hieraus ergiebt sich von selbst, dafs das Entscheiden der Bergwerksbehörde über Zu-Muthungen von dem Interesse der Grundeigenthümer, auf deren Terrain die zugemutheten Maafsen zu liegen kommen, in keiner Weise beengt werden kann; solche Grundeigenthümer vielmehr es als einen Zufall ansehen müssen, wenn dergleichen Maafsen auf jenes Terrain treffen, auf welchem vielleicht unter andern Umständen eine Fundgrube aufgenommen worden wäre.

Zu 2. Von anderer Natur ist das Verhältnifs schon bestehender benachbarter Gruben zu einem zugemutheten Felde. Solche Gruben dürfen allerdings durch die von einer andern eingelegte Zu-Muthung in ihren schon erworbenen eigenen Feldern nicht verkürzt werden, wohl aber kommt sehr häufig vor, dafs, indem eine Grube Feld zumuthet, sie dadurch erstrebt, einer benachbarten die Möglichkeit zu entziehen, sich durch eigenes Zu-Muthen späterhin dieses Feld anzueignen, sobald die Umstände diese letztgedachte Grube zu dem Einlegen einer Zu-Muthung befähigt hätten. Hier ist von einer relativen Feldessperre die Rede; mithin nächstliegende Frage: ob und in wie weit der Staat überhaupt veranlafst sei, an und für sich von solcher Feldessperre Notiz, folglich durch seine Bergwerksbehörde Maafsregeln dagegen zu nehmen. Auf den ersten Anblick scheint diese Frage zu verneinen. Dem Staat ist es gleichgültig, ob Dieser oder Jener ein Grubenfeld besitzt und abbauet und wer sich in dessen Erwerb einen Andern zuvorkommen läfst, hat sich die Folgen selbst zuzuschreiben. Dieser Schein schwindet jedoch bald, wenn man erwägt, wie dem Staat daran liegt, dafs seine Bergwerksschätze mit möglichster Schonung von — anderweitig zu benutzender — Zeit und Kraft gewonnen, und dafs Vergeudungen dieser Schätze, als Verspliterungen des National-Reichthums, vermieden werden. Hieraus geht die

generelle Regel hervor: keiner Grube in Folge einer Zu-Muthung ein Feld zu verleihen, welches voraussichtlich von einer andern benachbarten demnächst zuzumuthen, von der es nach Maafsgabe der Verhältnisse der Lagerstätte leichter und technisch evident zweckmäfsiger als von jener abzubauen ist. Unläugbar wird hierüber bisweilen keineswegs ohne Weiteres abgesprochen, die Entscheidung jedoch immer, — wenn sie auch vorhergängige Untersuchungen durch Bohrlöcher, oder Prüfung von Betriebsplänen und dergleichen erfordert — mit einer vollkommen befriedigenden Sicherheit zu ertheilen, übrigens aber dem Arbitrium der Bergwerksbehörde zu überweisen sein, weil es dabei in der Regel nicht auf privatrechtliche, sondern auf technische und staatswirthschaftliche Momente ankommt. Ob die obwaltenden besondern Umstände von der Art, dafs ohne Weiteres die Zu-Muthung wegen der Collision mit einer künftigen einer benachbarten Grube abzuweisen; oder ob das Eintreten letztgedachter Zu-Muthung oder auch die Frage über ihre demnächstige Statthaftigkeit so zweifelhaft, dafs es angemessen erscheint, hierüber erst ein besonderes, prüfendes Verfahren einzuleiten; darüber lassen sich allgemein anwendbare Regeln nicht ertheilen, so wie auch die Art eines dergleichen Verfahrens stets nach den besondern Umständen anzuordnen, mithin auch in dieser Beziehung unvermeidlich von der Bergwerks-Verwaltungsbehörde zu arbitriren sein wird.

Doch nicht immer sind es blofs allgemeine technisch-administrative Momente, aus denen die Gründe der Entscheidung über eine Hinsichts ihrer Folgen auf schon vorhandene benachbarte Gruben herzuleiten; vielmehr zeigen sich diese Momente Ausnahmsweise oft mit privatrechtlichen eng vereinigt, oder es treten überhaupt nur Momente letzterer Art hervor. Diese sind von zweierlei Natur. Sie beruhen entweder auf speciellen Rechtstituln (z. B. Verträgen wegen Nichtüberschreiten gewisser Terrain-Gränzen) oder

auf dem Anwenden von Rechtsprincipien. Beide Kategorien fallen in die Sphäre richterlicher Aburtelung; die zweite natürlich nur dann, wenn die Bergwerksbehörde sich nicht bewogen sieht, über den Gegenstand aus oben berührten Rücksichten technisch-administrativer Natur von Verwaltungswegen zu entscheiden. Ueber die erstere der erwähnten Kategorien läfst sich hier bei der unendlichen Verschiedenheit der Fälle in keine besondere Erörterung eingehen; wohl aber eignet sich die andere zu einigen Bemerkungen.

Steht im Allgemeinen unbedenklich fest: dafs der mit einer Grube Belichene nur innerhalb des in der Belehnung ausgesprochenen Feldes ein Besitzrecht und gleichzeitig die Zusage des Schutzes des Staats für den verliehenen Besitz erworben; so unterliegt doch keinem Zweifel, dafs jenes Besitzrecht unter Umständen ihn auch Andern gegenüber zu Ansprüchen befähige, welche sich über die Grenze solchen Feldes hinaus erstrecken, während anderer Seits der Schutz des Staates innerhalb solchen Feldes nicht nur ausdrücklich an das Erfüllen gewisser allgemeiner Bedingungen *) geknüpft, sondern auch durch Rücksichten auf andere, insbesondere benachbarte, Gruben gesetzlich beschränkt ist. Um des ersteren Umstandes Willen mufsten die Berggesetze schon von frühester Zeit gewisse Normen für das Seitens jeden legalen Muthers zu *fordernde* Feld (Fundgrube) so wie für die Ausdehnung des ihm auf sein etwaniges Begehren daneben zu bewilligende (Maafsen) aufstellen; während der zweite nicht nur auf die Ansichten wegen Zu-Muthungen im Allgemeinen von wesentlichem Einfluss war und die Rechtstheorie von dem Alter im Felde herbeiführte. Diese Theorie ist auf dem Flötzbergbau, und namentlich den auf flachfallenden Flötzen, oft in einer sehr erzwungenen Weise angewendet und Anlafs zu verwickelten Processen geworden, weil sie ihrer

*) A. L. R. Th. II. Tit. 16. §. 185 u. f.

eigentlichen Natur nach dem Gangbergbau angehört. Nichts desto weniger erscheint sie nach der ihr in der Bergwerksgesetzgebung nun einmal angewiesenen Stelle für die hier vorliegende Untersuchung so gewichtig, dafs sie hier in das Auge gefafst werden mufs, wenn gleich auf viele von ihr betroffene einzelne casuistische Rechtsfragen einzugehen zu weit von dem Ziel entfernen, also hier nicht am Ort sein würde.

Grundidee der Rechtstheorie von dem Alter im Felde ist: dafs der Beliehene durch sie Belehnung auf die Lagerstätte, deren Finden seine Muthung begründete, innerhalb des verliehenen Feldes also ein Recht zur Sache; aufserhalb desselben aber, wenn es sich um Verfolgen des Abbaues besagter Lagerstätte über die Markscheide hinaus handelt, Andern gegenüber, ein Recht auf die Sache *) erlange, dessen Ausübung — in privatrechtlicher Hinsicht — von gewissen Verhältnissen des Alters hierbei in Conflict tretender Belehnungsgerechtssame bedingt sei.

Es treten hierbei die Beziehungen der Belehnung auf das Feld und auf die Lagerstätte in Verbindung und wenngleich die erstere als die das Dominium des Beliehenen direct feststellende, so erscheint doch nicht minder gleichzeitig die letztere als einen Anspruch titulirend.

Diese Grundidee stimmt vollkommen mit der Natur des Gangbergbaues.

---

*) Dafs der aus dem sogenannten gemeinen deutschen in das preufsische Allgemeine Landrecht übernommene Begriff eines jus in rem und jus ad rem nicht in dem römischen Recht enthalten, sondern nur doctrinellen Ursprungs ist, ist allerdings bekannt; doch ist dieser Begriff, nachdem ihn das Allgemeine Landrecht recipirt, auf die ursprünglichen Beziehungen der Lehren des römischen Rechts von Dominium u. s. w. nicht mehr zurückzuführen, wo es sich um Bestimmungen nach dem Allgemeinen Landrecht handelt, wohl aber auch dann nicht die eigentliche Ansicht des römischen Rechts zu vergessen, besonders wo solche Bestimmungen aus ihm abgeleitet.

Es leuchtet ein, dafs wenn eine, so vielfachen Verwerfungen, Zertrümmerungen und andern Abweichungen unterworfene Lagerstätte, wie ein Gang gewöhnlich ist, in nach senkrecht bestimmten Ebenen abgegränztem Felde abgebaut werden sollte, dies nur dann etwa ausführbar, wenn diese Ebenen weit genug auseinanderständen, um in ihrem Zwischenraum alle solche vorkommende Abweichungen zu umfassen *). Aber selbst dies führte nur zu neuen Verwickelungen; denn sobald in einem in dieser Art bewilligten Felde, d. h. also innerhalb einer sehr grofsen Vierung, andere Lagerstätten sich finden, so entsteht — gleichviel ob sie besonders gemuthet oder als dem auf die ursprünglich gemuthete Lagerstätte mit Feld Beliehenen von selbst gehörend betrachtet werden — das eben angedeutete Bedenken von Neuem und es vermehrt sich nur die Schwierigkeit. Darum wählten schon früh Bergwerksgesetze den einzig richtigen Ausweg **): indem sie dem Gange statt des bisherigen gevierten Fundgrubenfeldes eine Vierung beilegten und das mit ihr verliehene Feld nach Linien vermessen, demnach nur im Streichen abmarken, dagegen nach dem Fallen dessen Aenderungen folgen liefsen.

Wenngleich die drei noch geltenden preufsischen Pro-

*) Zwar bestimmten die alten Berggesetze (z. B. wie schon erwähnt das Iglauer Bergrecht) für die Fundgrube nach allen Richtungen *senkrechte Ebenen* zur Markscheide. Man muß aber hierbei erwägen: dafs damals der Bergbau wegen der Schwierigkeit des Wassergewältigens u. s. w. selten tief in grofse Teufe gelangte; überdem aber solche Abgränzung in ein Zeitalter fällt, wo die Markscheidekunst noch in der Kindheit war.

**) Der Ursprung der Vierung ist in dem Vorrecht des Finders des Fundes zu suchen, welchen dem Beliehenen an der innerhalb seiner Fundgruben-Vermessung vorkommenden Gängen zustand. Vergl. Caspar Graf Sternberg's Umrisse der Geschichte des Bergbaues und der Berg-Gesetzgebung des Königreichs Böhmen. Prag 1838. Band II. S. 19.

vinzial-Bergordnungen und das Allgemeine Landrecht über diesen Gegenstand keine positiven Vorschriften an die Hand geben *), so hat doch die Praxis sich stets darüber in oben berührter Weise entschieden, wie dies aus ihrem Anschliefsen an die frühern Bergwerksgesetze von selbst hervorging. Bei dem Flötzbergbau liefse sich ein gleichmäfsiges Verfahren hierbei vielleicht in der Praxis um des doppelten Umstandes Willen nicht nachweisen, einmal weil der Flötzbergbau in den ältern Zeiten von der Bergwerks-Legislation überhaupt nicht beachtet ward; dann aber auch weil bei flach fallenden zu quadratischer Vermessung geeigneten Flötzen senkrechte Ebenen für die Markscheiden sehr wohl passen **), indem hier die entgegengesetzten Rücksichten, in Folge der Art der Lagerstätte und des Abbaues wegfallen.

Bei stehenden, also zu linearischer (sogenannter gestreckter) Vermessung geeigneten Flötzen kommen die bei Gängen so häufigen Fallens-Aenderungen viel seltener, aber doch oft genug vor, um auch in ihrem Streichen, dem Fallen folgende Abgränzungs-Ebenen der Grubenfelder zu bedingen ***), daher auf solche Flötze in dieser Hinsicht

*) Nur in sofern nämlich sind dergleichen indirect vorhanden, als die 3 hier in unmittelbaren Betracht kommenden Berg-Ordnungen (resp. Cap. IX. und X. §. 2.) nur bei dem Vermessen eines „flachfallenden Ganges oder Bank" die „ewige Teufe" erwähnen, bei andern aber nicht.

**) Daher die in der vorigen Anmerkung erwähnte Bestimmung der Bergordnungen Hinsichts des Vermessens bei flachfallenden Lagerstätten.

***) Eben um dieser Verschiedenheit der Verhältnisse Willen versuchte das Allgemeine Landrecht Th. II. Tit. 16. §. 156. nicht mit Glück für das Platzgreifen der einen oder andern Art des Vermessens einen bestimmten Fallungswinkel — den es noch überdem viel zu gering auf 15 Grad ansetzte — zu normiren. Das Gesetz vom 1. Juli 1821 beseitigte, wie oben schon berührt, diesen Fehlgriff, indem es die befragliche Entscheidung

derselbe Grundsatz wie für die Gänge von jeher gesetzlich galt *).

Aus dieser, der Natur der Verhältnisse entsprechenden Sachlage gehen von selbst die in den Gesetzen ausgesprochenen Folgesätze hervor.

1) „Alle Bergwerks-Belehnungen geschehen älteren Rechten unbeschadet und die jüngeren müssen den älteren weichen."

A. L. R. Theil II. Titel 16. §. 352.

Auf diesen wichtigen Satz wird weiter unten zurückzukommen sein. Vorläufig ist hier nur hervorzuheben, dafs ganz Sachgemäfs dieser Paragraph von allen Bergwerks-Belehnungen spricht, mithin zwischen den auf ursprüngliche und den auf Zu-Muthungen erfolgenden keinen Unterschied macht. Ferner dafs der Gegensatz von „ältere" und „jüngere" an dem Schlufs der Gesetzstelle, nicht auf „Belehnungen," sondern auf die „Rechte" zu beziehen ist, auf welche die Belehnungen als auf ihren Titel sich stützen und mit deren Wegfall sie von selbst vernichtet werden. Dies ergiebt sich aus den Sätzen:

2) (§. 359. ebend.) „Zum Alter wird erfordert, dafs der Aeltere im rechtmäfsigen und ältern Eigenthume des Ganges, oder Flötzes und Feldes sei, woran er das Alter verlangt; und dafs der streitige Gang erweislich ein Theil seines verliehenen Ganges oder Flötzes sei."

---

(als von den so mannigfach verschiedenen besondern Verhältnissen abhängig) bei dem Flötzbergbau dem Ermessen der Bergwerks-Behörde anheimgab.

*) Vergl. die sich auf das Vermessen beziehenden schon oben berührten Gesetzstellen. Das Gesetz vom 1. Juli 1821 hat, indem es ein grofses Maximum für die Vierung bei senkrecht zu vermessenden Grubenfeldern auf stehenden Flötzen aufhob, an dem Grundsatz nichts geändert. Eine nähere Erörterung über diese Zulassung gehört nicht hierher.

3) (§. 360. ebend.) „Das rechtmäfsige Eigenthum beruht auf gehörig erlangter Belehnung, und erweislicher Erfüllung derjenigen Obliegenheiten, welche bei Verlust des Eigenthums vorgeschrieben sind."

4) (§. 361. ebend.) „Das Alter des Eigenthums wird nach dem Tage der Belehnung berechnet."

5) (§. 362. ebend.) „Hatte ein Theil schon gemuthet, ehe der andere beliehen ward, und selbst später Beleihung erhalten: so giebt das ältere Präsentatum der gehörig geschehenen Muthung das Alter."

6) (§. 363. ebend.) „Hatte ein Theil Finderrechte, ehe der andere beliehen ward, und erst nachher selbst Beleihung erlangt: so hat er, der spätern Muthung ungeachtet, das Alter."

In diesen Gesetzstellen wird das legale Finderrecht — wenn auf solches die weitern formellen Schritte zu dem Erlangen des Bergwerks-Eigenthums geschehen — als das, allen andern Alters-Kriterien voranzustellende (§. 363.) bezeichnet. Ihm ordnet sich, wenn nach diesem Kriterium nicht entschieden werden kann (also z. B. beide Betheiligte legale Finderrechte erworben und nachträglich geltend gemacht) ein zweites Kriterium, nämlich das Alter des Muthungs-Präsentats (ganz unabhängig von der auf die Muthung des einen oder andern Theils etwa inzwischen erfolgten Belehnung §. 362.) unter, und nur dann, wenn weder durch das erstere (Haupt-) noch durch das zweite (Hülfs-) Kriterium die Entscheidung über das Altersrecht zu erlangen, bleibt dieselbe bei dem Gegeneinanderhalten des Tages der Belehnungs-Ertheilung stehen *) (§. 361.).

*) Bei einer kritischen Prüfung der Fassung der befraglichen Paragraphen überzeugt man sich leicht, dafs eine bessere die in der gewählten liegende scheinbare Unklarheit leicht entfernen und die gegebene Bestimmung kürzer und doch klarer darlegen konnte; etwa mit den Worten: „Unter Beliehenen entscheidet über ihr gegenseitiges Alter im Felde, das ihres rechtzeitig an-

7) (§. 364. ebend.) „Das Alter erstreckt sich nicht weiter, als auf das in der Beleihung enthaltene und danach im Berggegenbuche verzeichnete Feld und wenn der streitige Punkt außer demselben liegt, so hat der Aeltere kein Recht daran."

Dieser Satz ergiebt: daß da bei linearer Vermessung die Vierung sich mit der Lagerstätte fortschleift, der Beliehene letzterer zu folgen durch keine perpendiculaire Ebenen gehindert; allerdings mit benachbarten — nicht nothwendiger Weise auch markscheidenden — Gruben wegen des Eigenthums und Abbaues in seiner Vierung verkommender Lagerstätte in einen Streit gerathen *) kann, welcher besonderes Beweisverfahren **), Regulirung eines Interimisticum †) und bestimmte Entscheidungsnormen ††) erfordert, während bei quadratisch vermessenen Feldern von einem solchen Streit in sofern nicht die Rede ist, als für dergleichen durch senkrechte Ebenen abgegrenzte Felder der Abbau zu ihnen abschneidet. Doch könnte es sich ereignen, daß ein ursprünglich als stehend verliehenes und danach vermessenes Flötz in der Teufe sich so verflächte, daß es unter ein benachbartes Geviert vermessenes Grubenfeld geriethe und sich dann zwischen beiden Gruben Streit aus dem Gesichtspunkt der Bevorrechtigung des Alters im Felde entspänne. Dieser Gegenstand gehört aber nicht hierher; wo nur zu entwickeln, welchen Einfluß das

---

gesprochenen Fundes; wo dieser Maaßstab nicht ausreicht, das der Muthung, und wenn auch danach keine sichere Unterscheidung möglich, das der Beleihungsvertheilung".

*) §. 353 — 358 a. a. O.

**) §§. 365. 366. 369. 370. 371 — 375. 378. 381. 382. a. a. O.

†) §§. 376 377. 378. 380. a. a. O.

††) §§. 359 — 364. 367. 368. Dieses Ordnen der §§. 353 — 382 a. a. O. nach ihren besondern Zwecken machte die in gedachten Paragraphen enthaltene Theorie übersichtlicher als dort zu scheinen, darstellbar

Alter im Felde für das Entscheiden über Zu-Muthungen Hinsichts des Verhältnisses der zumuthenden zu einer benachbarten Grube nach den eben angeführten gesetzlichen Bestimmungen über jene Altersrechte hat. — Voranzuschicken ist hierbei, dafs ein Unterschied zu machen zwischen Zu-Muthungen;

*a*) von Vierung,

*b*) von frischem Felde,

da beide ihrer Natur und den Folgen demnächstiger Belehnung nach verschieden sind. Die Vierung, von der bereits oben die Rede gewesen, sichert dem mit ihr Beliehenen ein Vorzugsweises Recht: die innerhalb derselben angetroffenen Lagerstätten für sein Besitzthum zu erklären, gleichviel ob das Gesetz dies als einen schon durch die vorhandene Belehnung von selbst gerechtfertigten Act betrachtet, oder dazu eine neue besondere Muthung erfordert. Es ist demnach die Bestimmung der Gröfse (Breite) der Vierung ein Gegenstand, welcher — wie schon erwähnt — die verschiedenen Bergwerksgesetzgebungen vielfach beschäftigt, auf verschiedene Weise in ihnen Erledigung gefunden, wobei aber eine Erweiterung der einmal einer Grube bewilligten Vierung nie oder nur selten, eine Modification der Vertheilung nach dem Hangenden und Liegenden, durch eine diesfällige Declaration der Belehnung, wohl Ausnahmsweise, unter keinen Umständen aber ein Ueberschreiten des gering normirten gesetzlichen Breitenmaximi gebilligte erscheinen. Als solches Maximum ist nun für stehende Flötze §. 5. des Gesetzes vom 1. Juli 1821 ein unter allen Umständen hinreichendes von 500 Lachtern aufgestellt und innerhalb desselben seine specielle Bestimmung für jeden einzelnen Fall dem Ermessen der Bergbehörde überlassen worden, welcher weder in diesem Gesetz noch anderswo die Befugnifs verschränkt ist, zu Vierungen Zu-Muthungen zu gestatten, dergleichen denn auch sehr bald bei den vor jenem Gesetz verliehenen, also nur

eine sehr geringe Vierung besitzenden Gruben eintreten. — Die oberste Bergverwaltungsbehörde hat für dergleichen Fälle im Allgemeinen ausgesprochen *), dafs den Beliehenen auf eine Zu-Muthung gröfserer Vierung als der ihnen ursprünglich gewährten, kein Rechtsanspruch zustehe, solches Zu-Muthen aber nicht unstatthaft sei. Anders konnte auch dieser Gegenstand nicht aufgefafst werden, da §. 5. des Gesetzes vom 1. Juli 1821 ausdrücklich von dem ersten Finder und „jedem nachfolgenden Muther" spricht, mithin Zu-Muthungen nicht ausschliefst, gleichzeitig aber das Bestimmen der Vierung „dem Ermessen der Bergbehörde" überläfst. Dieses Ermessen nun wird (abgesehen von den nach den besondern Umständen jedenfalls sich modificirenden administrativen und technischen Rücksichten) in bergrechtlicher Beziehung da, wo verlangt, dafs das Vergröfsern der Vierung Collisionen mit andern vorhandenen Gruben veranlasse, weil der Abbau in die Vierungsverbreiterung fallender Lagerstätten in das Feld jener andern Gruben eingreifen müsse; diese Vierungsverbreiterung nothwendig abschlagen, um das Altersrecht bestgedachter Gruben in ihrem Felde zu schützen. Findet dagegen dergleichen Collision nicht Statt, so wird das Gewähren zugemutheter gröfserer Vierung wohl in privatrechtlicher Beziehung fast immer, und in administrativer da unbedenklich sein, wo die gröfsere Vierung für den Abbau nöthig oder auch nur nützlich; oder durch sie eine Kosten-Ersparnifs in Vergleich zu dem Aufwand, welches durch ein oder mehrere innerhalb solcher Vierung entstehende neue Gruben erfordern würden, zu erreichen und aus dem Gewähren der gröfseren Vierung kein monopolistisches Verhältnifs zu besorgen ist. Noch weiter zu ge-

*) Rescript an das schlesische Ober-Bergamt vom 25. Februar 1822, abgedruckt in den Ergänzungen u. s. w. (Supplement) zu §. 156. 157. Titel 16. Theil II. Allgemeinem Landrecht p. 11.

hen und die gröfsere Vierung etwa versagen zu wollen, weil eine Aufnahme einer fremden neuen Grube in dem beanspruchten Felde in Zukunft etwa zu vermuthen; würde auf ein Bevormunden und Freiheits-Beschränken hinauslaufen, welches mit dem Geist unserer heutigen Bergwerks-Gesetzgebung und Verfassung schwerlich zu vereinbaren sein dürfte.

Aehnlich, doch nicht gleich, wie bei dem Zu-Muthen gröfserer Vierung, gestalten sich die Momente, nach denen sich die Entscheidung über das Gewähren zugemutheten frischen Feldes zu richten hat. Ein solches Zu-Muthen kann, bei linearischer Vermessung nach dem Streichen, bei gevierter an jeder der verschiedenen Markscheiden des Feldes vorkommen und für das Interesse der Grube wichtig, ja sogar nothwendig werden. Abgesehen von den schon oben erörterten generellen staatswirthschaftlichen und technisch-administrativen Rücksichten, welche die Bergwerksbehörde bei ihrem Entscheiden über solche Zu-Muthung stets voran zu stellen verpflichtet ist; wird — wo diese Rücksichten dem Gewähren des zugemutheten Feldes nicht in den Weg treten — dann die Belehnung zu bewilligen sein, wenn die betreffende Grube ihren Abbau so weit betrieben, dafs sie zu seinem angemessenen Fortsetzen des frischen Feldes benöthigt und kein vorzüglicheres Privat-Interesse eines Andern dabei gefährdet ist. Ein solches dürften benachbarte Gruben wohl für sich ansprechen, wenn sie älter und desselben Feldes früher oder später gewifs benöthigt sind und es ebenfalls bereits gemuthet, auch ihren Abbau bisher möglichst verfolgt haben. Unter diesen Bedingungen nämlich besitzen solche ältere Gruben wohl ein unleugbares Recht gegen eine Versperdung des Feldes zu protestiren, die ihnen durch das Verleihen des Zwischenfeldes an eine jüngere erwüchse. Ob hierbei die Entscheidung nur von der Bergwerksbehörde, oder diese solche ganz oder zum Theil an die Gerichte

zu überweisen habe, hängt natürlich nach der Beschaffenheit des Falles davon ab: ob es dabei nur auf technische Verhältnisse oder auch auf privatrechtliche ankommt.

Die Größe des einer Grube bis zu der Zeit ihres Zu-Muthens schon zu Theil gewordenen Feldes, ist, an und für sich, in Fällen vorliegender Art ohne Einfluß; denn nur für die ursprüngliche Muthung bestimmen die Gesetze das Maximum der mit der Fundgrube zu verleihenden Anzahl von Maaßen; offenbar aus dem gewichtigen Grunde, um Feldessperren zu vermeiden und gleichzeitig Eifer im Abbau des verliehenen Feldes anzuregen. Für Zu-Muthungen sind keine solchen, die verleihende Behörde beschränkenden Bestimmungen ertheilt, jene also nur analog in dem Maaß anzuwenden, als die jedesmalige Sachlage erfordert. Daß eine nach gewiertem Felde vermessene Grube ihre Maaßen auch durch Zu-Muthungen nicht über zwölfhundert ausdehnen dürfe, ist weder in dem Gesetz vom 1. Juli 1861 gesagt, noch in der Praxis angenommen, würde auch auf eine hierselbst sehr harte Beengung manches bergbaulichen Unternehmens insbesondere da hinaus laufen, wo ein solches mit dem Beschaffen des Materials für ein darauf bestrtes Hüttenwerk in unmittelbarem Zusammenhange steht.

Zu 3. Ein eigenthümliches Verhältniß waltet zwischen einer Zu-Muthung und dem fremden Muther eines durch sie angesprochenen Feldes vor. Die Tendenz aller Berggesetze: einer Seits dem Streben nach monopolisirenden, Bergbautreibenden die Gelegenheit zu neuen Gruben zu verleihen zu großen Felder-Ausdehnungen entgegen zu treten; andrer Seits gleichzeitig zu hindern, daß die Aufnahme solcher neuen Gruben nicht in einer Weise erfolge, wodurch den vorhandenen eine angemessene Gelegenheit entzogen werde, bei eintretendem gerechtfertigtem Bedarf fremden Feldes, ihr bisheriges durch Zu-Muthungen zu erweitern, fordert, daß in beiderlei Richtung Felderesper-

ren vermieden werden. — Wenn sich das Allgemeine Landrecht Theil II. Titel 16. §. 155 u. f. hierüber nicht bestimmt, ja eigentlich fast gar nicht äufsert, so mag dies seinen Grund darin haben, dafs der Gesetzgeber die hier in Rede kommende Entscheidung für nicht verwickelt und die anderweitig vorhandenen bergrechtlichen Grundsätze für genügend hielt, um aus ihnen solche Entscheidung zu deduciren, während gleichzeitig hier, wie in so vielen andern Stücken, der Gesetzgeber der Bergwerks-Verwaltungsbehörde des Staats einen möglichst freien arbitrairen Spielraum zulassen wollte, wie allerdings nicht nur den Regierungs-Principien jener Zeit im Allgemeinen, sondern insbesondere dem Geist der alt hergebrachten Bergwerks-Administration und der aus ihm hervorgegangenen Provinzial-Bergordnungen entsprach.

Sehr wünschenswerth wäre es jedoch gewesen, wenn das Allgemeine Landrecht über den Gegenstand directe Festsetzungen gegeben und als gemeines Recht ergänzt hätte, was die Provinzial-Bergordnungen in einer unzulänglichen, leicht Irrthümer veranlassenden Fassung enthalten. Sie besagen nämlich *), dafs der erste Finder und Muther zwar durch seine ursprüngliche Muthung aufser der Fundgrube die gestattete Maafsenanzahl Vorzugsweise vor Fremden fordern darf, erlauben aber gleichzeitig, dafs in so weit hierdurch das Feld nicht bedeckt wird, „die übrigen Maafsen **) und unter der Fundgrube sowohl der erste Finder, als ein anderer Liebhaber, wer selbige zuerst begehrt, muthen und in Lehn nehmen kann", so dafs es scheint, als wolle das Gesetz dem Muther, welcher einmal die zulässige volle Zahl Maafsen, oder auch nur eine mindere, von Anfang begehrt und erhalten, keinerlei Aussicht

*) Die Cleve-Märksche Cap. II. §. 1. Die beiden Andern Cap. III. §. 1.

**) Offenbar fehlt nur durch einen Druckfehler das Wort „über."

auf fernerweitige Felder-Gewährung gönnen wolle, schuld ein Fremder an das verliehene Feld ungründende Maaßen angemuthet, mithin solches sperrt. Auch gewinnt dergleichen Ansicht noch mehr Schein, wenn man in den an dem Schluß des Paragraphen aufgestellten Bedingungen, unter denen für eine Zu-Muthung frisches Feld zu fordern ist, auch die findet „daß sich noch Niemand zu diesem Felde" (den nächstfolgenden Maaßen) „gemeldet haben müsse." — Dennoch ist die Meinung in obangedachten Paragraphen eine andere, als es auf den ersten Anblick scheint.

Zunächst nämlich fällt in die Augen, wie diese Constitution gleich so vielen andern aus alten, nur für den Gangbergbau passenden Bergordnungen übernommen ist, für den ein mäßiges Feld, bei der Langsamkeit des Abbaues und dessen, in der Regel da, wo er lohnt, bedeutenden Resultaten, vollkommen ausreichend; ein Vorgehen benachbarten Feldes an andere Bergbaulustige also nicht nöthig, vielmehr das Aufnehmen neuer Gruben durch solche neben den vorhandenen für letztere keine Feldessperre ist. Anders verhält es sich bei dem in der Regel nicht nur minder lucrativen, sondern auch mit dem Feldes-Abbau viel schneller vorschreitenden Flötzbergbau. Darf bei ihm der erste beste Muther, durch sein Einlegen, einer vorhandenen Grube die Gelegenheit abschneiden, ihr Feld bei dessen vorgerücktem Abbau durch Zu-Muthen zu erweitern, so wird manche Grube überhaupt gar nicht erst aufgenommen werden können. Daher hat denn auch die oben erwähnte Bestimmung — wie schon berührt — stets nur für eine facultative der Bergbehörde, als Repräsentantin des Bergherrn gegolten. Wo dieser Behörde keine überwiegenden technisch-administrativen Gründe vorliegen, um aus ihnen für den einen oder andern Theil zu entscheiden, da wird das Alter den Ausschlag geben, die Entscheidung also — wenn die Zu-Muthung an Ueberigen auch zur Berücksichtigung eignet — für den alte zumuthende,

nicht für die neugemuthete Grube ausfallen. Schon ein allgemeiner Rechtsgrundsatz spricht für diese Ansicht. Die alte zumuthende Grube bezweckt nämlich bei dem Begehren frischen Feldes nicht einen blofsen Gewinn, sondern auch das Abwenden eines Schadens und zwar des für sie möglichst grofsen — des Erliegens. — Der Muther einer neuen Grube strebt aber blofs nach einem zu erreichenden Gewinn, mufs daher der zumuthenden Gewerkschaft nachstehen.

Dieser generelle, wohl in allen Legislationen sanctionirte Rechtsgrundsatz ist es, welcher der in den alten und neuen Bergrechten vorkommenden Lehre von dem Alter im Felde zu Grunde liegt. Hierüber ist schon weiter oben ausführlich gesprochen und was dort von benachbarten Gruben gesagt worden, — gilt, wie von selbst aus der Natur der Sache folgt, noch weit unbedingter, wo eine nur erst gemuthete (also noch nicht einmal in wirklichem Feldesbesitz, sondern nur in dem Recht zu demselben sich befindende) mit einer schon vorhandenen dasselbe Feld durch Zu-Muthung ansprechenden Grube collidirt. Mag nämlich solche neue Muthung sich immerhin auf einen legalen Fund berufen, so ist doch die zumuthende immer die ältere im Felde, weil ihr Finderrecht schon ihrer ursprünglichen Muthung zu Grunde lag und es sich nur um das weitere Verfolgen der aus solchem Recht entsprungenen legalen Ansprüche handelt. Anders verhält es sich da, wo die von dem neu Muthenden gefundene und angesprochene Lagerstätte eine andere als die ist, auf welcher der Zu-Muthende baut. In diesem Fall nämlich gebührt Letzterem nur dann der Vorzug, wenn sie (bei Linearvermessung) in die Vierung seines Feldes trifft *) und (bei geviertem Felde) wenn die neugefundene **) Lagerstätte innerhalb der das

---

*) A. L. R. Th. II. Tit. 16. §. 364.

**) Namentlich durch einen zufälligen Fund, denn ein anderer

gevierte Feld umgränzenden senkrechten Ebenen liegt, da nur innerhalb der Vierung bei ersterer und innerhalb besagter Ebenen bei letzterer Art von Feld, der Belehene durch die Belehnung an und für sich ein Ausschliefsungsrecht gegen dort sich einlegende Bergbaulustige besitzt; aufserhalb aber ein solches erst erwerben mufs, wenn er — wenn es sich um dieselbe Lagerstätte handelt, auf welcher er bauet — im Wege übrigens legaler Zu-Muthung sein früheres Finderrecht, wie so eben berührt, als Rechtstitel geltend machen kann, welches ihm für die von einem Andern in dem freien Felde neugefundene Lagerstätte nicht zu gut kommt; eben weil diese mit derjenigen identisch ist, auf welche sich sein durch die ursprüngliche Muthung angesprochener eigener Fund gründet, das Feld aber sich frei findet.

Zu 4. Dies führt von selbst zu dem Erörtern des Verhältnisses des Zu-Muthers zu einem Schürfer, in dessen Schürffeld eine — in allen übrigen Beziehungen von der Bergwerksbehörde für zulässig anerkannte — Zu-Muthung ganz oder Theilweise eingreift.

Auszugehen ist hierbei nothwendig von einem bestimmten Begriff der Natur des Schürfrechts. Dieses Recht besteht in der von dem Staat dem Schürfer eingeräumten Befugnifs innerhalb eines ihm vorgezeichneten Areals, nach gewissen bestimmten oder überhaupt allen zu dem Bergregal gehörenden Mineralien, mit Ausschliefsung anderer Personen, zu suchen. Das Schürfrecht gewährt an und für sich dem Schürfer keinen Titul zu dem Erwerb der Verleihung, sondern nur einen Anspruch auf solchen Titul — d. i. das Finderrecht — von welchem bald weiter die Rede sein wird, vorzugsweise vor andern Bergbaulu-

---

kann in einem schon verliehenen Felde von einem Fremden wohl kaum gemacht werden, da ein solcher auf dergleichen nicht mehr bergfreies Feld keinen Schürfschein erhält.

stigen zu verschaffen. Wohlgemerkt, Vorzugs- keinesweges völlig Ausschliefsungs-weise *); denn die Bergordnungen **) gestatten nicht nur der Bergwerksbehörde †), auf ein und dasselbe Feld nach Ermessen mehrern Bergbaulustigen gleichzeitig Schürfscheine zu ertheilen, wodurch dann statt des Ausschliefsens eine Concurrenz entsteht, sondern es ist auch durch ein Urtel des Geheimen Ober-Tribunals der Grundsatz anerkannt worden, dafs wer als Grundbesitzer ihm zustehende Mineralien in dem auf sein Grundstück treffenden Schürffelde eines andern sucht und bei dieser Gelegenheit ein zu dem Bergregal gehörendes Mineral, nach welchem Letzterer schürft, früher findet als dieser, auf dasselbe nicht nur Muthung einzulegen, sondern auch besagtem Schürfer gegenüber, wenn auch solcher sogar früher gemuthet, bei dem Ertheilen der Belehnung vorzuziehen ist, dafern er das höhere Alter des Fundes nachweist ††). — Das wirkliche Ausschliefsungs-

*) Vergl. Karsten's Grundsätze der deutschen Bergrechtslehre (Berlin 1828) §. 86. S. auch die weiter unten vorkommende Nota in Betreff des Tribunal-Urtels in Sachen Bloch gegen den Grafen Henkel von Donnersmark.

**) Z. B. das Rescript vom 4. August 1770 und die Declaration vom 2. Februar 1790 (s. Ergänzungen u. s. w. S. 41).

†) Sie geben aber keinesweges Jemanden ein Recht, auf Terrain, welches schon ein Anderer in Schürfrecht hat, einen Schürfschein zu fordern; vielmehr bleibt die Bestimmung: ob ein solcher dann zu ertheilen, als eine Bergpolizeiliche Frage zu betrachten, welche bei dem Gangbergbau in der Regel, aber immer bei dem Flötzbergbau zu normiren. Finanz-Minist.-Rescript vom 21. Novbr. 1821 abg. in den Ergänzungen u. s. w. S. 47. — Den Anlafs zu solchem Beschränken gab der Unfug aus dem sogenannten Freischürfen, welches daher schon in ältern Berggesetzen verboten ist. S. Sebastian Spans Bergrechts-Spiegel (Dresden 1698) S. 150.

††) Urtel in Sachen Bloch gegen den Grafen Henkel von Donnersmark auf Siemianowitz, ergangen den 15. Januar 1846. In den Gründen dieses Urtels ist umständlich durchge-

recht aus dem Schürfschein beschränkt sich somit auf denjenigen fremden Muther, welcher auf einen zufällig in dem Schurffelde des Schürfers gemachten, nicht zu eben bezeichneter ausnahmsweisen Kategorie gehörenden Fund, vor abgelaufener Schürffrist *) seine Muthung stützt und nur in diesem Sinn und Umfang spricht der Plener-Beschluſs des Königlichen Geheimen Ober-Tribunals vom 12. Juni 1843 **) sich zu Gunsten des Schürfers aus, mit den Worten: „der Schürfschein deckt für die Dauer seiner Gültigkeit das Feld dergestalt, daſs dadurch die Muthung eines zufälligen Finders ausgeschlossen werde" †).

Ist nun aber unbestreitbar und anerkanntermaaſsen das Findsrecht der jeder Verleihung einer Grube zu Grunde liegende Rechtstitel ††), die Muthung aber die

---

führt: wie der, sich seines grundherrlichen besessorischen Rechts bedienende Grundeigenthümer mit dem Schurfschein-Inhaber gleiche Befugniſs einen Fund zu machen habe; unter ihnen also nur des Fundes und resp. der Muthung höheres Alter den Vorzug bestimme und hier keineswegs ein Verhältniſs rein zwischen dem Schürfer und dem in seinem Schürffeld zufällig Findenden obwalte. — Diese Ansicht stimmt auch mit der von der obersten Bergwerks-Verwaltungs-Behörde in einem Rescript vom 29. December 1839 ausgesprochenen (s. Ergänzungen u. s. w. Suppl.-Heft S. 10 — zu 142 —).

*) Hake's Commentar über das Bergrecht, §. 130. — Eichhorn's Einleitung in das deutsche Privat-Recht, §. 272. 274. — Die Rescripte vom 1. October 1822, 19. August 1823 und vom 15. December 1836 — abgedr. in den Ergänzungen u. s. w. S. 47 und 48.

**) Justiz-Ministerial-Blatt. Jahr 1843 S. 227.

†) Das Ausführliche über diesen Plener-Beschluſs s. in den Erörterungen in einer Prozeſssache, welche ihn herbeigeführt, in den Entscheidungen des Geheimen Ober-Tribunals (herausgegeben von Seligo und Ulrich) Band IX. S. 90 und in den Gründen des oben angeführten Tribunal-Urtels in Sachen Bloch gegen den Grafen Henkel von Donnersmark.

††) d. h. „der gesetzliche Grund, vermöge dessen die Handlung — des Muthers — die Kraft hat, daſs dadurch Rechte erworben werden können" A. L. R. Thl. I. Titel 2. §. 132.

durch ihn bedingte Art der Erwerbung *) solcher Verleihung, so liegt am Tage, dafs, wo nicht besondere Verhältnisse das Gegentheil bedingen, überall die Regel „der erste Finder ist der erste Muther" auch bei einem Conflict des Muthers mit dem Schürfer als Norm Platz greift, wenn der Muther früher als der Schürfer

*a*) aufser dessen Schürffeld,

*b*) nicht zufällig (den oben berührten Fall ausgenommen) gefunden, den Fund gemuthet und das gemuthete in das Schürffeld gestreckt hat.

Betrachten wir Zu-Muthungen nach diesem Grundsatz, so ergiebt sich, dafs

1) der Schürfer eine Verleihung nicht eher begehren — nicht eher muthen — kann, als er nicht in seinem Schürffelde wirklich einen legalen Fund gemacht — den Rechtstitul für die Verleihung erlangt hat.

2) dafs eine vorhandene fremde, vor dem Ertheilen des Schürfscheins verliehene, also eine solche Grube, deren Finderrecht älter ist als der Schürfschein, durch den Schürfer nicht gehindert werden kann, ihr Feld in sein Schürffeld hineinzustrecken.

Dies spricht auch ein Rescript des Finanz-Ministerii an das Schlesische Ober-Berg-Amt vom 2. März 1831 aus: indem es besagt: „dafs von einer fremden Grube nur dann in ein Schürffeld Mafsen gestreckt werden dürfen, wenn die Muthung **) älter ist als das Schürfrecht."

Da nun Zu-Muthungen nichts anders als Erweiterungen der ursprünglichen Muthung sind, mit ihnen denselben Rechtstitul (das Finderrecht) demnach gemein und keinen besondern haben, noch haben können; so folgt aus diesem Verhältnifs

*) d. h. „die Handlung — an sich betrachtet — wodurch ein Recht auf die Sache erlangt wird." Eb. §. 131.

**) als der die Ausübung des Finderrechts constatirende Art.

die ebengedachte Befugniß einer Grube, Hinsichts ihrer ursprünglichen Muthung dem Schürfer gegenüber, bezüglich auf welchen, ihr auch in Betreff von Zu-Muthungen, die sie späterhin einlegt, zusteht, der Schürfer ihr also auch dann weichen muß.

---

Fassen wir alle diese Betrachtungen zusammen, so gelangen wir zu dem Ergebniß: daß, wo nicht ganz besondere individuelle privatrechtliche Verhältnisse etwas anderes herbeiführen, weder der Grundherr, auf dessen Terrain die Fundgrube liegt, noch eine benachbarte jüngere, noch nicht zu eigenem Zu-Muthen befähigte Grube; nicht minder kein Muther noch Schürfer, dessen Finderrecht jünger als das der zumuthenden Grube; einer Zu-Muthung zu widersprechen befugt, vielmehr die Entscheidung über deren Statthaftigkeit der das Bergregal verwaltenden Staatsbehörde überlassen ist, für deren Urtheil darüber die Rücksicht auf Förderung des möglichst günstigen Betriebs der einzelnen Gruben, verbunden mit Abwehr monopolistischer Bestrebungen (also Vermeiden, gleichzeitig vom technisch-administrativ nachtheiligem Bauen in dem Ausdehnen verliehener Felder bei fortschreitendem Abbau und Hindern des Sperrens des freien Feldes) als zu verfolgender Gesichtspunkt gilt, in welchem die in den Bergordnungen enthaltenen der Behörde facultativ ertheilten Bestimmungen über Zu-Muthungen aufzufassen und danach bei der Anwendung den concreten Fällen anzupassen sind.

# II.

# Notizen.

## 1.

## Ueber die Steinsalzablagerung bei Stafsfurth und über das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge.

Von

Herrn C. J. B. Karsten *).

Die Reichhaltigkeit der Salzsoole aus dem Soolbrunnen der Saline zu Stafsfurth, — sie enthält 17,16 Procent Rohsalz, — und das Gebirgsverhalten in der Umgebung der Saline, liefsen es nicht bezweifeln, dafs die Steinsalzablagerung, aus welcher der Soolbrunnen genährt wird, ganz in der Nähe desselben anzutreffen sein werde. Der Hauptbrunnen ist 171,5 Fufs tief; er steht 34,5 Fufs in Alluvialschichten und im Schuttgebirge, welches die Bode aufgehäuft haben mag, denn der Brunnen liegt ganz nahe am rechten Ufer des Flusses. Die folgenden 137 Fufs sind in milden, thonigen, roth gefärbten Sandsteinschichten des bunten Sandsteins niedergebracht. In einer Entfernung von nur 170 Fufs von diesem Soolbrunnen ward im Jahr 1839 zur Niederbringung eines Bohrlochs geschritten, um

*) Aus dem Monatsbericht der K. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin, für den Monat Januar 1847.

die Steinsalzablagerung aufzusuchen *). Der zu diesem Zweck abgeteufte Bohrschacht erreichte eine Tiefe von 62 Fufs, worauf das weitere Abteufen eingestellt und zur Bohrarbeit geschritten ward, weil man feste, zum Bohren geeignete Gebirgsschichten in jener Tiefe angetroffen hatte. Die Alluvialschichten haben im Bohrschacht eine Mächtigkeit von 26 Fufs; die folgenden 36 Fufs stehen schon in einem roth gefärbten, glimmerreichen Thon, welcher unbezweifelt zum bunten Sandstein gehört. Die Hängebank des Bohrschachts liegt, nach der Ermittelung des Hrn. Martins, 221 Fufs über dem Meer. In dem Bohrloch wurden die Schichten des bunten Sandsteins in einer Mächtigkeit von 520′ 2″ durchbohrt, dann folgte 67′ 5½″ mächtiger, milder Gips, worauf der Anhydrit angetroffen und in einer Gesammtmächtigkeit von 147′ 9½″ durchbohrt ward. Das Bohrloch hatte jetzt eine absolute Tiefe von 797′ 5″ oder eine Tiefe unter dem Meeresspiegel von 576′ 5″ erreicht und stand:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 26 | Fufs | — | Zoll | in Alluvialschichten |
| 556 | - | 2 | - | im bunten Sandstein |
| 67 | - | 5½ | - | im Gips |
| 147 | - | 9½ | - | im Anhydrit |
| 797 | Fufs | 5 | Zoll. | |

Schon in einer Tiefe von 790′ und 794′ zeigten sich die ersten Spuren von Steinsalz in dem Anhydrit. Als dieser aber in der angegebenen Tiefe von 797′ 5″ durchbohrt worden war, traf man auf 28′ 10½″ mächtige Schichten, deren Beschaffenheit nur nach dem Bohrschmand und nach einzelnen von dem Bohrer abgetrennten und erst bei dem Reinigen des Bohrlochs heraufgebrachten derberen Stücken beurtheilt werden konnte. Dem Anschein nach bestanden sie aus blaugrauen Mergeln, aus weifs und röthlich gefärbtem Gips und aus grauem Kalkstein, welche in ganz unbestimmter und rascher Folge wechselten. Aus dieser 28′ 10½″ mächtigen Schicht, deren nähere Untersuchung ungemein wünschenswerth gewesen wäre, welche aber leider nun nicht eher geschehen kann, als bis man sie in der Folge mit einem neuen Bohrloch oder, noch besser, mit einem Schacht durchörtern wird; rührt unbezweifelt auch ein Fossil her, auf welches erst später, beim

*) Specielleres Nachrichten sind aus der Abhandlung des Hrn. Martins (Archiv XX. S. 307 u. f. zu entnehmen.

Aufräumen des schon im Steinsalz stehenden Bohrlochs, die Aufmerksamkeit gerichtet ward. Dafs jene Schichten dem Steinsalzgebirge angehören, ist nicht zweifelhaft; man würde auch wahrscheinlich das Steinsalz in dem Bohrschmand gefunden haben, wenn es nicht durch das Wasser im Bohrloch ausgelaugt worden wäre. Nachdem die Schichten in der Mächtigkeit von 28′ 10½″ durchbohrt waren, traf man das Steinsalzlager in der Bohrlochstiefe von 826′ 3½″, also 605′ 3½″ unter dem Meeresspiegel. In dem Steinsalz ist das Bohrloch bis zur Mitte des Monats December 1846 154′ 5½″ niedergebracht und das Bohrloch hatte bis dahin die Tiefe von 980′ 9″ erreicht.

Schon bei dem Abteufen des Bohrschachtes zeigte sich eine Soole von 7,9 Procent Rohsalzgehalt, welche, nach beendigter Niederbringung des Schachtes, bis 18 Fufs unter der Hängebank aufstieg und sich dabei ganz unabhängig von dem Soolenstande im Soolbrunnen verhielt. Als das Bohrloch in den Schichten des bunten Sandsteins eine Tiefe von 500 Fufs erreicht hatte, war der Rohsalzgehalt bis 12,7 Procent gestiegen; er nahm schnell bis 18,3 Procent zu, als der weifse, milde Gips angebohrt worden war und erhöhete sich in den Anhydritschichten bis 21,8 Procent. Leider ist die chemische Untersuchung und die Vergleichung der Bestandtheile dieser Soole mit denjenigen der Soole in dem nahen Soolbrunnen, deren Rohsalz nur 5,507 Procent fremde Salze und 94,493 Procent Kochsalz enthält, versäumt worden. Dies ist besonders deshalb zu bedauern, weil der Rohsalzgehalt der Bohrlochssoole sogar in den festen und geschlossenen Anhydritschichten, in der Bohrlochstiefe von 776′ 9″ fast plötzlich bis 27,401 Procent, also bis zur Sättigung zunahm. Die Freude über die erbohrte reiche Soole, deren spec. Gew., folglich auch deren Rohsalzgehalt noch zunahm, als man das Steinsalz erbohrt hatte, ward jedoch durch die bei der Untersuchung derselben gefundenen Resultate getrübt, indem sich unter den 31,9 Procent Rohsalz, welche sie enthielt, nur 15,815 Kochsalz befanden, also die gröfsere Hälfte aus anderen Salzen bestand, unter denen das Chlormagnium mit 12,99 Procent vorwaltete. Die Soole enthielt also weniger Kochsalz als die von dem nahen Soolbrunnen von nur 1,13 spec. Gew. Die nicht erwartete und für die Benutzung der Soole sehr ungünstige Beschaffenheit derselben führte zur Untersuchung des eben erst erbohrten Steinsalzes, wobei sich ergab, dafs dasselbe aus Kochsalz und Bittersalz

bestehe und dafs die Verhältnisse beider Salze zu einander sehr veränderlich waren, weil sie ohne Zweifel durch die Bohrlochssoole selbst verändert und theilweise aufgelöst wurden, ehe sie mit dem Bohrlöffel zu Tage gebracht werden konnten. Nur einmal gelang es, einige Stücken Steinsalz in einem anscheinend unveränderten Zustande zu erhalten. Die Analyse ergab die eigenthümliche Zusammensetzung des Salzes zu 10 Mischungsgewichten Kochsalz und 1 M. G. wasserfreiem Bittersalz, so dafs der Martinsit aus 90,73 Kochsalz und 9,27 Bittersalz besteht. Gefunden wurden, nach drei übereinstimmenden Analysen 90,98 Kochsalz und 9,02 Bittersalz, ohne Rücksicht auf den 0,3 Procent betragenden, im Wasser unauflöslichen Rückstand, welcher als Gips angesehen ward, bis eine spätere Veranlassung eine genauere Prüfung nothwendig machte, aus welcher sich ergab, dafs der unauflösliche Rückstand nur zum geringsten Theil aus Gips und gröfstentheils aus Boracit bestehe. Der Martinsit giebt beim Reiben einen bituminösen Geruch und löst sich mit sehr schwachem Knistern, ähnlich dem Knistersalz von Wieliczka, im Wasser auf.

In der Hoffnung, dafs sich die Beschaffenheit des Steinsalzes, also auch die der Soole ändern werde, wurd die Bohrarbeit fortgesetzt; obgleich aber das Bohrloch in der Mitte des December 1846 schon 154′ 5½″ im Steinsalz stand, so ist die erwartete Aenderung bis jetzt nicht allein noch nicht erfolgt, sondern das Steinsalz ist sogar ungleich unreiner geworden als in den oberen Teufen, sowohl hinsichtlich des Gehaltes an Bittersalz, als vorzüglich hinsichtlich der im Wasser unauflöslichen erdigen Beimengungen, welche im Martinsit nur die Höhe von 0,3 Procent erreichten. Die Einwirkung der Soole im Bohrloch auf das Salz, wodurch dasselbe so mürbe wird, dafs es sich zwischen den Fingern zerdrücken läfst, macht es unmöglich, die Zusammensetzung mit Zuverlässigkeit zu ermitteln, um zu erfahren, ob das Salz die Zusammensetzung des Martinsit behalten hat, oder ob ein anderes Verhältnifs beider Salze zu einander, durch den vergröfserten Bittersalzgehalt im Steinsalz, eingetreten ist, sich also etwa ein Gemenge von Martinsit mit Bittersalz gebildet haben möge. Nur so viel hat sich ermitteln lassen, dafs der im Wasser unauflösliche Rückstand des bitteren Salzes aus den gröfseren Bohrlochstiefen so beträchtlich zugenommen hat, dafs er bei dem Steinsalz aus 939 Fufs

Tiefe 4,37 Procent betrug. Aus der Tiefe von 959 Fufs fanden sich nur noch 3,85 Procent erdige Beimengungen bei dem Steinsalz und es hatte den Anschein, als ob dasselbe in gröfseren Tiefen wieder reiner werde angetroffen werden. Dieser Rückstand besteht aus Gips, aus Kieselthon (Salzthon, jedoch ohne Spuren von Dolomit) und aus etwas Eisenoxydhydrat. Durch diese Beimengung von Kieselthon und oxydirtem Eisen erhält das Steinsalz das Ansehen eines salzhaltigen Mergelgebirges, welches sich durch die Einwirkung der unreinen Bohrlochssoole in einem fast aufgeweichten Zustande befindet. Ein Boracitgehalt ist in dem unauflöslichen Rückstand von diesem Salz nicht mehr aufzufinden. Ferner hat sich ergeben, dafs der Gehalt der Bohrlochssoole an Bittersalz und an Chlormagnium sehr bedeutend zugenommen hat. Die Bildung des letzteren in der Bohrlochssoole ist sehr problematisch; ohne Zweifel wird sie durch hinzutretendes Chlorcalcium veranlafst, worauf die Menge von frisch entstandenen Gipsflimmern hindeutet, welche ununterbrochen mit der Soole aus dem Bohrloch hervorkommen. Das zur Zersetzung des Bittersalzes erforderliche chemische Aequivalent an Chlorcalcium mufs also in der gröfseren Tiefe der Steinsalzablagerung nicht mehr in demselben Verhältnifs, in welchem der Gehalt an Bittersalz zugenommen hat, hinzutreten können. Die Bohrlochssoole aus der Tiefe von 963 Fufs geschöpft, enthielt 33,28 Procent Rohsalz, in welchem aber nur 7,15 Procent Kochsalz enthalten sind. Die wesentlichen Gemengtheile des Rohsalzes sind Bittersalz und Chlormagnium. Die Soole war mit Gips und Kieselthon sehr stark verunreinigt und klärte sich erst nach mehrtägiger Ruhe. Der Gehalt des beim Abdampfen der Soole erhaltenen Rohsalzes an Eisenoxydhydrat ist in der Soole nicht als Eisenoxydul an Kohlensäure gebunden vorhanden, sondern als ein salzsaures Eisenoxydul, indem sich durch langes Stehen der geklärten Soole an der Luft, basisches salzsaures Eisenoxyd aus derselben absetzte. — Unerklärbar bleibt die grofse Verschiedenartigkeit der Bohrlochssoole von der Soole aus dem nur 170 Fufs davon entfernten Soolschacht, eine Verschiedenartigkeit, welche die Hoffnung rechtfertigt, dafs man bei tieferem Niedergehen mit dem Bohrloch endlich das reine Steinsalz antreffen werde.

Die Niederbringung des Bohrlochs in der Steinsalzablagerung hat jedoch nicht ohne Unterbrechung bewerk-

stelligt werden können. Es zeigte sich näm
grofse Menge von nachfallendem Gebirge aus den
genden Gebirgsschichten, dafs das Bohrloch in Gefahr
verschüttet oder verschlämmt zu werden. Deshalb wa
nöthig, zu einer gründlichen Aufsäuberung zu schr
und die Verröhrung mit Eisenblech vorzunehmen, w
bei der Niederbringung des Bohrlochs vom Tage n
nur bis zu der Tiefe stattgefunden hatte, wo der Anh
angebohrt worden war. Bei dieser Arbeit ergab sich,
der Nachfall von den Gebirgsschichten herrühre, die
dem festen Anhydrit in einer Mächtigkeit von 28'
durchbohrt worden waren und welche oben als zum St
salzgebirge gehörend bezeichnet worden sind. Bei d
Aufsäuberarbeit, welche wegen des ununterbrochen
dauernden Nachfallens der zum Steinsalzgebirge gehö
den Bildungen, nicht ohne grofse Sorgfalt und Zeitaufw
vollbracht werden konnte, bemerkte man unter dem N
fall ein derbes Fossil, welches sich durch seine sch
reine weifse — fast schneeweifse — Farbe auszeich
Ob es früher, beim Durchbohren der zum Salzgebirge
hörenden Schichten schon in dem Bohrmehl — wie w
scheinlich — vorgekommen ist, hat sich nicht mehr
mitteln lassen. Dies Fossil ward in gröfseren und
neren Stücken zu Tage gebracht. Es veränderte s
schneeweifse Farbe sehr bald in eine schmutzigweifse,
vielmehr in eine lichte gelblichweifse Farbe. Das
Gew. ergab sich zu 2,9134 (bei 12° C.) Härte zwi
4 und 5. Das äufsere Ansehen des Fossils stimmt
mit dem des weifsen Kalksteins überein. Qualitative Un
suchungen ergaben, dafs es Boraxsäure, Bittererde,
Wasser und etwas kohlensaures Eisenoxydul nebst
nicht bestimmbaren Menge von Eisenoxydhydrat enth
Bei der quantitativen Analyse, welche, zur Bestim
der Menge der Boraxsäure, nicht anders als durch
flüchtigung derselben mittelst concentrirter Flufssäure
Schwefelsäure ausgeführt werden konnte, ward folg
Zusammensetzung des Fossils ermittelt:

29,48 Bittererde
69,49 Boraxsäure
1,03 kohlensaures Eisenoxydul, mit Spuren von kohl
saurem Manganoxydul und von Eisenoxydhy

100.

Das Fossil hat also genau die Zusammensetzung
Boracit, der bis jetzt nur krystallisirt im Gips bei L

burg und zu Segeberg in Holstein gefunden worden ist. Dieser derbe Boracit löst sich in verdünnter Salz- und Salpetersäure, auch in verdünnter Schwefelsäure leicht auf; die Auflösung in concentrirter Flufssäure erfolgt ebenfalls ohne Anwendung äufserer Wärme. Mit kohlensaurem Natron geschmolzen, bleibt beim Auflösen des geschmolzenen Gemenges in Wasser noch ein Theil der Boraxsäure an der Bittererde gebunden zurück. Der Rückhalt ist um so gröfser, je geringer das Verhältnifs des kohlensauren Natron zum Boracit genommen wird. Ob den basischen Salzen eine bestimmte Zusammensetzung zukommt, ist nicht untersucht worden.

Der derbe Boracit hat häufig ein zerfressenes Ansehen auf der Oberfläche. Die Bruchfläche ist dicht und eben, zuweilen splittrig, zuweilen sogar von erdigem Ansehen, letzteres jedoch nur auf der nicht frisch geschlagenen Bruchfläche, wenn dieselbe längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt gewesen ist. Unter den zu Tage geförderten Stücken befinden sich einige, deren Oberflächen mit kleinen Steinsalzwürfeln bekleidet sind. Ein ganz besonders merkwürdiges Verhalten ward bei einem Stück dieses derben Boracites bemerkt, indem sich beim Aufschlagen desselben ein breit gedrückter Abdruck von einer grofsen trichterförmig-treppenartigen Kochsalzkrystallgruppe zeigte, deren Wände zum Theil noch mit den Steinsalzwürfelchen besetzt waren, zum Theil aber durch später erfolgtes Wiederauflösen der Salzwürfel in Wasser nur noch die Räume und Eindrücke zeigten, welche früher von den Salzkrystallen erfüllt gewesen sein mufsten.

Die beträchtliche Menge von derbem Boracit, welche aus dem geringen räumlichen Inhalt des nur 4 Zoll weiten Bohrlochs zu Tage gebracht worden ist, berechtigt zu der Voraussetzung, dafs der Boracit, wenigstens in der Stafsfurther Salzablagerung, wesentlich an der Zusammensetzung des Steinsalzgebirges Theil nimmt. Die mechanische Beimengung von Boracit in dem Martinsit wird daraus erklärbar. Ist das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart, in gewifs nicht beschränkter Ausdehnung, an sich schon eine interessante Thatsache, so gewinnt dasselbe noch dadurch an Interesse, dafs die enge Verbindung der boraxsauren Exhalationen in Italien und der Boraxseen in Tibet dadurch eine sehr schöne Erläuterung erhält. Es ist zu erwarten, dafs man den derben Boracit auch auf anderen Steinsalzlagerstätten auffinden wird, indem er, bei

seiner äußeren Aehnlichkeit mit Kalkstein, leicht verkannt oder übersehen worden sein mag. Die das Vorkommen des Boracits in der Steinsalzablagerung zu Stafsfurth begleitenden Erscheinungen geben übrigens Zeugniß von einem großen Umbildungsprocesse, der nach der bereits erfolgten Bildung des Steinsalzgebirges dort stattgefunden haben muß.

---

## 2.

## Ueber eine im Muschelkalk der Wesergegend vorkommende von Kochsalz herrührende pseudomorphische Bildung im Muschelkalk.

Von

Herrn Geh.-Rath Hausmann *).

---

Im Jahr 1839 erhielt ich durch die Güte meines ehemaligen eifrigen Zuhörers, des Hrn. Grafen W. von der Schulenburg Hehlen, zwei zusammengehörige Kalksteinplatten von einzölliger Stärke vom Schlofsberge oberhalb Hehlen, am linken Ufer der Weser, mit einem abgestumpft vierseitig pyramidalen Abdruck, der auf der einen Platte erhaben, auf der anderen vertieft ist. Der vertiefte Abdruck paßt auf den erhabenen, und hat sich mit der Platte von dieſem abgelöst. Die Basis der Pyramide scheint auf den ersten Blick etwas schiefwinklig zu sein; bei genauerer Betrachtung zeigt sich aber, daß sie wirklich quadratisch ist, und daß die anscheinende Verschiebung

*) Aus den Nachrichten von der Universität und der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. No. 8. u. No. 12. v. J. 1839.

nur daher rührt, dafs sich die Platten nicht ganz genau in der Richtung der Basis von einander abgelöst haben. Die Seiten der Basis messen durchschnittlich 3,5 Par. Zoll, die Seiten der quadratischen Abstumpfung der Spitze der Pyramide ungefähr 1 Par. Zoll. Der Seitenkantenwinkel der Pyramide beträgt 135° — 140°, wonach die Neigung der Seitenflächen gegen die Basis zu 32° 46′ — 28° 55′ sich berechnet; daher, wenn die Abstumpfungsfläche vollkommen horizontal wäre, die Neigung der Seitenflächen gegen dieselbe 147° 14′ — 151° 5′ betragen würde. Uebrigens ist die Bildung der Pyramide nicht vollkommen regelmäfsig, daher die Bestimmungen der Dimensionen und Winkel nur eine ohngefähre Vorstellung von ihrer Gestalt geben. An einer Grundecke derselben wird eine kleine Abstumpfung bemerkt. Die Pyramidenflächen sind den Linien der Basis parallel gefurcht, welches ihnen ein treppenförmiges Ansehen giebt. Das Gestein, worin dies Gebilde sich befindet, ist etwas bituminöser, dichter Mergelkalk von rauchgrauer Farbe. Auf derselben Platte, welche auf der einen Seite die vertiefte Pyramide enthält, befindet sich auf der entgegengesetzten Seite eine ähnliche, aber kleinere pyramidale Vertiefung, deren Basislinien nur 1,4 Par. Zoll messen. Die beiden Pyramiden haben also in der Platte eine entgegengesetzte Lage, indem ihre Spitzen gegen einander gekehrt sind. Welche Lage die beiden Platten ursprünglich in der Flötzmasse gehabt haben mögen, war nicht auszumitteln. Auf den Flächen, mit welchen sie einander berührten, haben sie einen erdigen, kalkigen Ueberzug, theils von weifser, theils von ochergelber, durch Eisenoxydhydrat bewirkter Farbe, der auch die Flächen der Pyramide bekleidet.

Jene auffallende Bildung erinnert sogleich an die Form der hohlen vierseitigen Pyramiden, welche das grobkörnige Kochsalz bei der gewöhnlichen Darstellung auf den Salinen annimmt, in welchen eine Anlage zur Würfelbildung wahrgenommen wird, und die man wohl, wenn gleich nicht ganz passend, Krystallgerippe genannt hat. Diese unvollendeten Krystalle bestehen aus Gruppen vieler kleiner Würfel oder rechtwinkeliger Parallelepipeden, welche unter einander treppenförmig verbunden sind, und nähern sich einem gröfseren, vollkommen ausgebildeten Würfel bald mehr bald weniger. Sieht man sich nun nach einer Erklärung jener pyramidalen Bildung in dem Kalkstein von Hehlen um, so dringt sich nothwendig die An-

nahme auf, dafs sie eine nach Kochsalz gebildete Pseudomorphose sei. Die bedeutende Gröfse der Pyramide kann nicht wohl einen Einwand gegen diese Deutung abgeben; denn die Kochsalzpyramiden, die zwar gewöhnlich sehr viel kleiner sind, indem ihre Basislinien nur etwa ein Paar Linien, selten mehr als einen halben Zoll zu messen pflegen, können, nach Verschiedenheit der Umstände bei der Salzsiedung, eine abweichende Gröfse annehmen; und es schiefsen zuweilen, namentlich aus der Mutterlauge, Krystallpyramiden an, deren Basislinien wohl einen halben Zoll betragen. Auch ist es ja eine bekannte Erfahrung, dafs die Krystalle in der freien Natur, wo es für ihre Ausbildung an Masse, Raum und Zeit nicht fehlt, oft eine sehr viel bedeutendere Gröfse erlangen, als bei unseren im Kleinen künstlich eingeleiteten Processen. Es lag der Gedanke nahe zu untersuchen, ob da, wo die pyramidalen Abdrücke im Kalkstein sich finden, vielleicht noch ein Ueberrest von Salz vorhanden sei? Hr. Hofrath Wöhler hatte die Güte, die von der Pyramide sich ablösende Masse zu prüfen, in welcher indessen keine Spur von Chlornatrium sich fand. In Beziehung auf die Meinung, dafs dieses Salz die Veranlassung zu der beschriebenen Bildung gewesen sei, verdient besonders hervorgehoben zu werden, dafs die Flötzmasse, worin sie sich gefunden, der Gebirgsformation angehört, welche in Deutschland die gröfsten Ablagerungen von Steinsalz beherbergt, und dafs jene Pseudomorphose gerade in dem Theil des Muschelkalkgebildes vorgekommen ist, welche in den Neckargegenden so gut wie im nördlichen Deutschland zunächst die Steinsalzstöcke einschliefst. Steigt man von Heblen an der Weser zum südwestlich von da sich erhebenden Schiffenberge hinan, so findet man in den Hohlwegen am Fufse desselben anstehenden Muschelkalk der unteren Lagerfolge (Wellenkalk), in beinahe horizontaler Schichtung. Bei weiterem Ansteigen bis zu einem am oberen Theil des Abhanges durch einen Bruch aufgeschlossenen Gipsstock, verbirgt sich das Gestein; aus den übrigen Verhältnissen ist aber zu schliefsen, dafs bis zum Liegenden desselben keine andere Flötzmasse vorhanden sein kann. Der Gips ist dicht, dem Körnigen und Späthigen hingeneigt, hin und wieder auch faserig, von lichteren und dunkleren grauen Farben, ohne bestimmte und regelmäfsige Absonderung. Auf demselben liegt zunächst eine ein Paar Fufs mächtige Letten masse, und darüber folgt rauchgrauer, etwas bitu-

minös riechender Mergelkalk, in glatt abgelösten, ziemlich unregelmäfsig zerklüfteten und gebogenen, im Ganzen aber etwas gegen den Berg einfallenden Schichten von ein- bis zweizölliger Stärke, welche ganz leer von Petrefacten sind. Nach der Mittheilung des Hrn. Grafen von der Schulenburg waren die übersandten Platten aus dieser Flötzlage. Steigt man noch höher zum Gipfel des Schiffenberges hinan, so trifft man Muschelkalk mit Enkrinitenstielen aus der mittleren Lagerfolge an. Es ist mithin kein Zweifel, dafs der Gips des Schiffenberges, nebst den ihn zunächst deckenden Mergelkalk-Schichten, der unteren Lagerfolge des Muschelkalkgebildes angehört. Bekanntlich sind Gips und Stinkkalk gewöhnlich in der Nähe des in dem unteren Theile des Muschelkalkflötzes befindlichen Steinsalzes. Die pseudomorphische Bildung scheint in dem über dem Gipse liegenden Mergelkalk des Schiffenberges nur äufserst selten vorzukommen. Hr. Graf von der Schulenburg hatte eine ähnliche schon einmal zwanzig Jahre früher an derselben Stelle gefunden; ich war daselbst bei meinen Bereisungen der Wesergegenden gewesen, ohne mit jener Merkwürdigkeit bekannt geworden zu sein. Im Herbste 1841 besuchte ich die Localität abermals, war aber nicht so glücklich, eine Spur von der beschriebenen Pseudomorphose aufzufinden.

Aus L. C. Beck's Mineralogy of New-York, Albany 1842. p. 119. Plate VIII. Fig. 1—3. ersah ich zuerst, dafs in den vereinigten Staaten von Nordamerika an mehreren Stellen, namentlich in der Nähe von Camillus in Onondaga County und zu Lenox in Madison County, in einem Mergel der Steinsalzformation nicht selten Gebilde vorkommen, welche den Pseudomorphosen von Hehlen vollkommen ähnlich sind. Ihre erste Erwähnung rührt vom Prof. Eaton her, dessen Mittheilung sich in Silliman's Amer. Journ. Vol. XV. No. 2. Jan. 1829. findet. (Vergl. The philosophical Journal and Annals of phil. N. S. No. 31. July 1829. p. 72.) Die von ihm gegebene Deutung jener Erscheinung ist dieselbe, welche sich mir bei Betrachtung der in der Gegend von Hehlen vorgekommenen Bildung sogleich aufgedrungen hatte, und welche ich dem Entdecker derselben mitgetheilt hatte. Um die Entstehung jener Pseudomorphose zu erklären, sind die Umstände zu berücksichtigen, unter welchen sich die hohlen Salzpyramiden bei der Kochsalzsiedung erzeugen. Bekanntlich wird die Salzsoole zuerst durch Unterhaltung der Siedhitze in

den gesättigten Zustand versetzt, wodurch zugleich die Ausscheidung des darin noch enthaltenen Gipses bewirkt wird, der zum Theil den Pfannenstein bildet. Die Soole wird darauf bei einer Temperatur unter der Siedhitze verdampft, wobei die sich bildenden Kochsalzkrystalle niederfallen. Je schneller die Verdampfung geschieht, um so unvollkommener werden die Krystalle. Schon Rouelle (Mém. de l'Acad. roy. d. sc. 1745.) und v. Haller (Descript. des salines du gouv. d'Aelen p. 85.) haben die Bemerkung gemacht, dafs nur bei sehr langsamer, bei niedriger Temperatur vorgehender Verdampfung sich vollkommene Würfel bilden; wogegen bei rascher, unter höherer Temperatur von Statten gehender Verdampfung nur hohle Pyramiden sich erzeugen. Nach den Untersuchungen von Henry Holland (Agricultural Report of the County of Chester. 1808. p. 53. Vergl. William Henry, Philos. Trans. 1810. p. 92.) bilden sich vierseitige Pyramiden (Hoppers), wenn die gesättigte Salzsoole bei 160° bis 170° Fahrenh. verdampft wird; wogegen beinahe kubische Krystalle entstehen, wenn die Verdampfung bei einer Temperatur von 100° bis 110° Fahrenh. geschieht. Aus diesen Erfahrungen und der Art des Vorkommens der Pseudomorphosen scheint nun gefolgert werden zu können, dafs, als die Kalkschichten, welche sie enthalten, aus dem Urmeere sich absetzten, dieses einen bedeutenden Salzgehalt hatte, und in einer hohen, die Bildung hohler Pyramiden begünstigenden Temperatur sich befand. Einige derselben wurden von dem schlammigen Mergelkalk-Absatz auf ähnliche Weise eingehüllt, als sie zuweilen in den Siedepfannen vom Pfannenstein eingeschlossen werden. Vor der Bildung dieses Absatzes hatte der früher in dem Meerwasser aufgelöst gewesene Gips sich ausgeschieden. Erst viel später, nachdem der Mergelkalk vermuthlich unter Einwirkung einer hohen Temperatur, analog dem Pfannenstein, erhärtet und dadurch die von den Salzpyramiden ihm ertheilte Form bleibend geworden war, wurde das Salz durch eindringendes Wasser ausgelaugt. Die dadurch gebildeten Räume wurden nochmals von Kalktheilen ausgefüllt, welche durch Wasser in dieselben gelangten.

---

Die vorstehend mitgetheilte Nachricht veranlafste meinen geschätzten ehemaligen Zuhörer, Herrn Strüver, der im verflossenen Sommer mit der Anfertigung einer geo-

gnostischen Karte der Gegend von Polle an der Weser beschäftigt war, auf jenen merkwürdigen Gegenstand seine Aufmerksamkeit zu richten. Seine Nachforschungen hatten den besten Erfolg: denn es gelang ihm, die Pseudomorphosen nicht allein am Schiffenberge bei Hehlen, wo sie zuerst entdeckt worden waren, sondern aufserdem noch an mehren andern Stellen, namentlich am Feldberge bei Hohe, und in der Gegend von Bodenwerder, unter ähnlichen Verhältnissen als an dem ersteren Orte, aufzufinden. Nach den von dem Herrn Strüver angestellten Beobachtungen, beschränkt sich das Vorkommen der Pseudomorphosen nicht auf einzelne Krystallindividuen, sondern es zeigen sich auch Gesellschaften derselben, ja es treten wahre Afterkrystall-Bänke auf. Grofse Individuen sind häufiger als kleine; auch finden sich jene öfterer vergesellschaftet als diese. Die Merkwürdigkeit beschränkt sich nicht auf eine einzelne Flötzschicht, sondern sie ist mehren benachbarten Schichten eigen, die zusammen genommen mehre Fufs mächtig sind. In den dem Letten und einem ebenfalls über dem Gipse liegenden, zelligen Kalke zunächst befindlichen Schichten, scheinen die Afterkrystalle zu fehlen. In den Schichten, welche die Pseudomorphosen enthalten, finden sich keine Petrefacten. Das Vorkommen der Afterkrystalle steht in keinem Zusammenhange mit den Schichtungs- und Nebenabsonderungen des Gesteins. Die Schichtungsabsonderungen durchschneiden die Krystalle auf mannigfaltige Weise, jedoch in der Regel im Parallelismus mit ihrer Reifung; die Nebenabsonderungen durchsetzen sie, ohne eine Regel warnehmen zu lassen. Man wird daraus folgern dürfen, dafs die Absonderungen der Schichten später entstanden sind, als die Pseudomorphosen sich bildeten. Die Krystalle kommen sowohl einzeln, als auch mit einander verbunden vor, und erscheinen bald als pyramiden-, bald als würfelartige Körper. Die Schichten, in welchen die Afterkrystalle sich finden, liegen mit dem darunter befindlichen Gipse, auf der Grenze der unteren und mittleren Lagerfolge des Muschelkalkes, und scheinen zu dem Vorkommen des Gipses in Beziehung zu stehen, indem es nicht gelungen ist, die Pseudomorphosen und das sie einschliefsende Gestein, welches durch ein eigenthümliches Ansehen sich auszeichnet, von Gipsstöcken entfernt aufzufinden.

Da es von besonderem Interesse war, die chemische Zusammensetzung des Mergelkalkes, in welchem die pseu-

domorphische Bildung sich findet, kennen zu lernen, so veranlafste ich meinen eifrigen Zuhörer, Herrn Carl List, eine chemische Untersuchung damit vorzunehmen, die derselbe in dem hiesigen academischen Laboratorium, unter der gütigen Leitung des Herrn Wöhler ausgeführt hat. Der unauflösliche, in einem an Kieselsäure reichen Thon bestehende Rückstand ergab sich zu 16,301 Procent, und aufser dem kohlensauren Kalk fand sich ein bedeutender, auf 22,501 Procent sich belaufender Gehalt an kohlensaurer Talkerde. Auch wurde ein sehr geringer, nur 0,008 Proc. betragender, durch Wasser ausziehbarer Gehalt an Chlornatrium in dem die Pseudomorphosen einschliefsenden Mergelkalk aufgefunden. Dafs bei einer früheren, von dem Herrn Wöhler vorgenommenen Prüfung, in der die Afterkrystalle unmittelbar bekleidenden Kalkkruste keine Spur von Chlornatrium sich zeigte, dürfte für die bereits geäufserte Meinung sprechen, nach welcher dieser Ueberzug erst später durch Wasser in die Räume gelangte, welche zuvor das Salz einnahm.

## 3.

## Ueber die Carburete des Eisens.

Von

Herrn C. J. B. Karsten *).

Die Bestimmungen über die Gröfse des Kohlegehalts in den verschiedenen Arten des Stabeisens, des Stahls und des Roheisens sind noch schwankend und ungewifs, theils weil die Ermittelung des Kohlegehalts, wenn auch nicht schwierig, doch sehr mühsam ist, theils weil die Gränzen zwischen Stabeisen und Stahl, so wie zwischen Stahl und Roheisen ganz unbestimmt sind und nur nach einigen

*) Aus dem Monatsbericht der K. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin, für den Monat November 1846.

physikalischen Eigenschaften des Produktes conventionell angenommen werden. Bestimmte Verbindungsstufen zwischen Eisen und Kohle sind in den Eisencarbureten nicht aufzufinden, sondern die Vereinigung beider Körper mit einander schreitet von 0 bis zum Maximum des Kohlegehalts — etwa 5,93 Procent, — in unbestimmten Verhältnissen ununterbrochen fort. Die Classificirung der Eisencarburete in die drei Abtheilungen: Stabeisen, Stahl und Roheisen ist daher auch keine nothwendige, d. h. keine durch die Verbindungsverhältnisse gebotene, sondern eine ganz willkührliche. Ein Polycarburet, dessen Auffindung früher nicht unwahrscheinlich war, ist nicht vorhanden.

Zur Ermittelung des Kohlegehalts der Eisencarburete wurden die bewährtesten Trennungsmethoden der Kohle vom Eisen angewendet. Um aber den Grad der Zuverlässigkeit zu ermitteln, worauf jede der bekannten Methoden Anspruch machen kann, ward weifses Roheisen mit glänzenden Spiegelflächen auf der Saynerhütte bei Bendorf, am Rhein, aus Spatheisenstein und bei Holzkohlen erblasen, den Versuchen unterworfen. Dies Roheisen enthält keine ungebundene Kohle (Graphit) oder wenigstens nur unbedeutende Spuren, und der Gehalt an gebundener Kohle nähert sich ziemlich genau dem Maximo derjenigen Quantität Kohle, welche das Eisen überhaupt aufzunehmen vermag.

Der Kohlegehalt des Roheisens ward, bei den verschiedenen Analysir-Methoden, in folgender Art ermittelt:

durch die Elementar-Analyse mit Kupferoxyd, wobei der Kohlegehalt aus dem kohlensauren Gase berechnet ward . . . . . 4,2835 Proc.

durch die Elementar-Analyse mit chlorsaurem Kali und chromsaurem Bleioxyd:

1ster Versuch . . . . . 5,7046 -

2ter Versuch . . . . . 5,6987 -

durch die Zerlegung des Kupferchlorids:

1ster Versuch . . . . . 5,5523 -

2ter Versuch . . . . . 5,6978 -

durch die Zerlegung des Eisenchlorids:

1ster Versuch, mit sublimirtem Eisenchlorid . . . . . 5,4232 -

2ter Versuch, mit auf nassem Wege bereitetem Eisenchlorid . . . 5,2867 -

durch die Zerlegung des Hornsilbers:

1ster Versuch . . . . . 5,6056 -

2ter Versuch . . . . . 5,7234 -

Da alles Stabeisen mehr oder weniger Kohle enthält, so mufs man sich über die Gränze einigen, bis zu welcher dasselbe noch Stabeisen, und von welcher ab es schon Stahl genannt werden soll. Bestimmt man diese Gränze in der Art, dafs dasjenige Stabeisen erst Stahl genannt wird, welches durch das Ablöschen im Wasser, nach der vorangegangenen Erhitzung (Härtung) so hart wird, dafs es mit dem Kiesel Funken giebt; so tritt diese Wirkung erst dann ein, wenn das Eisen 0,5 Procent Kohle aufgenommen hat. Eisen, welches von fremdartigen Beimischungen völlig rein ist, kann sogar 0,65 Procent Kohle aufnehmen, ehe es den angegebenen Härtegrad erlangt. Je reiner das Eisen ist und je weniger fremdartige Beimischungen (Silicium, Schwefel, Phosphor) dasselbe enthält, desto bedeutender kann der Kohlegehalt desselben sein, um nach dem Härten auffallend härter zu werden, als es vor dem Härten schon gewesen ist.

Eisen, welches 0,5 bis 0,65 Procent Kohle enthält, ist ein sehr weicher Stahl. Mit dem steigenden Kohlegehalt nehmen Härte und Festigkeit des Stahls fortschreitend zu. Bei einem Kohlegehalt von 1,4 bis 1,5 Procent scheint die Gränze erreicht zu sein, bei welcher der Stahl nach dem Härten die gröfste Härte, aber auch zugleich die gröfste Festigkeit zeigt. Bei noch zunehmendem Kohlegehalt nimmt die Härte zwar immer zu, aber die Schweifsbarkeit und die Festigkeit des Stahls werden vermindert. Schon bei einem Kohlegehalt von 1,75 Procent besitzt der Stahl nur noch geringe Schweifsbarkeit; bei 1,9 Procent ist er kaum mehr schmiedbar in der Hitze unter dem Hammer. In diesem Zustande würde man den Stahl schon Roheisen nennen können; allein er läfst sich in der Kälte noch ausdehnen und er besitzt noch nicht die Eigenschaft, einen Theil seines Kohlegehalts, durch äufserst verzögertes Erstarren nach der Schmelzung, als ungebundene Kohle (Graphit) auszustofsen. Dies Verhalten tritt erst ein, wenn der Kohlegehalt des Eisencarburets bis 2,25 oder bis 2,3 Procent gestiegen ist. Soll daher eine Gränze zwischen Stahl und Roheisen, die auf einem durch die Mischungsverhältnisse bedingten Fundament beruht, gezogen werden, so würde der Kohlegehalt der Mischung von 2,3 Procent diese Gränze bezeichnen.

Je mehr der Kohlegehalt des Roheisens von jenem Minimo bis zum Maximo von 5,93 Procent zunimmt, desto lichter wird die Farbe und desto gröfser die Härte der

weifsen Varietät, welche ein Analogon des gehärteten Stahls bildet. Die graue Varietät von gleichem Kohlegehalt, — analog dem nicht gehärteten Stahl, — wird sich um so weicher verhalten, d. h. sie wird um so viel mehr Graphit bei der Erstarrung aussondern, je langsamer die Erkaltung erfolgt. Das graue Roheisen, welches denselben Kohlegehalt wie das entsprechende weifse besitzt, kann daher bald ein Gemenge von weifsem Roheisen mit Graphit, bald ein Gemenge von weichem Stahl oder von hartem Stabeisen mit Graphit sein, je nachdem die Erstarrung schneller oder langsamer erfolgte und das erstarrte Gemisch mehr oder weniger Kohle im gebundenen Zustande zurückhielt. Bei plötzlicher Erstarrung wird kaum noch graues Roheisen gebildet, weil der ganze Kohlegehalt mit dem Eisen chemisch verbunden bleibt und Graphit nicht ausgesondert wird.

Bei der Bereitung des Gufsstahls verfährt man rein empirisch, indem das Auge des Arbeiters die Waage und das Gewicht für die Bestimmung des Kohlegehalts in dem anzuwendenden Material vertreten mufs. Um Gufsstahl von bestimmten Eigenschaften bereiten zu können, müssen solche Materialien gewählt werden, deren Kohlegehalt bekannt ist und die durch Zusammenschmelzen in genau berechneten Verhältnissen einen Gufsstahl geben, welcher denjenigen Kohlegehalt besitzt, der den verlangten Eigenschaften des darzustellenden Gufsstahls entspricht.

## 4.

# Nachricht von der fast sechsjährigen Hüttenreise eines Koakshohofens in Oberschlesien.

Von

Herrn Eck.

---

Im August 1846 wurde der Wedding-Hohofen auf der Königshütte in Oberschlesien niedergeblasen. Die ungewöhnlich lange Hüttenreise von nahe 6 Jahren bot manche Erscheinungen dar, welche von allgemeinerem Interesse für den Koksbohofenbetrieb sein dürften. Bei den oft so widersprechenden Ansichten der Hohöfner über die Construction der Oefen, über den Effect einer hohen und niedrigen Windpressung, über den Einfluss der kalten und erhitzten Gebläseluft auf die Qualität des Roheisens u. s. w. ist eine offene Mittheilung der im Laufe einer Hüttenreise stattgefundenen Ergebnisse und gemachten Erfahrungen nicht ohne Nutzen und deshalb sollen diese hier kurz zusammengestellt werden.

Der Wedding-Ofen erhielt im Jahr 1840 einen neuen Kernschacht und ein sogenanntes Massengestell. Dem ersteren ward ein Kohlensack von 11 Fuss Durchmesser und eine cylindrische Höhe von 7′ 9″ zugetheilt: alsdann verengte sich der Schacht in einer Höhe von 16′ 9″ bis auf eine Gichtweite von 4′ 9″. Der Querschnitts-Flächeninhalt des Kohlensacks verhielt sich demnach zu dem der Gicht = 100 : 18,6; ein Verhältniss, wie es sich hier beim Betrieb der Oefen mit erhitzter Luft von etwa 2½ Pfd. Pressung für den Quadratzoll, als das angemessenste bewährt hat. Das runde Gestell, aus einer Mischung von 2 Theilen gepochten alten feuerfesten Ziegeln und 1 Theil feuerfestem Thon bestehend, erhielt eine Höhe von 6′ 6″, die Weite am Boden betrug 21″ und oben 38½″. Die 3 Formen auf der Form- Röck- und Windseite wurden in gleicher Höhe, nämlich 2′ über den Boden des Gestells ge-

legt. Die Rast erhielt eine Höhe von 9′ und schlofs unter einem Winkel von 66½° an das Gestell. Die ganze Höhe des Ofens betrug 40′ Rheinl. Maafs.

Zur Abwärmung und Füllung des Ofens wurden 286 Tonnen Koaks und 34 Tonnen rohe Kohlen verwendet. Bei den letzten auf die gewöhnliche Kalksteinmarke folgenden 10 leeren Koaksgichten, setzte man auf eine Gicht von 14⅔ Kubikfufs Koaks etwa 2 Ctr. Hohofenschlacke, ein Verfahren, welches sich beim Anblasen immer vortheilhaft gezeigt hat.

Das Anblasen erfolgte, nach 2 bis 3maligem Reinigen täglich, am 4ten Novbr. 1840 und zwar mit 3 Stück 2zölligen Düsen, bei kaltem Winde und ¾ Pfd. Pressung. Bis dahin waren 56 stille Gichten gesetzt worden. Der Erzsatz bestand anfänglich aus 1½ Ctr. gerösteten Thoneisensteinen von 44 Procent Eisengehalt, mit ⅝ Ctr. Kalkstein und ½ Ctr. Hohofenschlacke. Bis zum Anblasen war der Erzsatz für jene 56 stille Gichten, durch den Zusatz von milden Braun-Eisenerzen von etwa 26 Procent Eisengehalt, auf 2½ Ctr. gesteigert worden, wobei jener Zusatz von ½ Ctr. Schlacke noch beibehalten worden war. Die Heerdarbeit zeigte sich erwünscht gut. Der erste Abstich lieferte 24 Ctr. hellgraues Roheisen. Nach 8 Tagen, wo auch der obere Theil des Schachts hinlänglich erhitzt war, wurde der bis dahin auf 1¾ Pfd. Pressung gebrachte Wind bis zu 60° R. erhitzt. Bei der milden und regnigten Witterung liefs sich der Erzsatz nur sehr allmählig steigern; es gingen in einer 12stündigen Schicht 15 bis 18 Gichten mit einem Satz von nur 3½ Ctr.; ein Erzsatz, der sonst wohl schon in den ersten Tagen nach dem Anblasen erreicht worden ist. Das Roheisen war grau, aber noch ziemlich dicht im Bruch. Trotz der Anwendung erhitzter Luft dauerte es ungewöhnlich lange, ehe der Ofen in lebhafteren Gang kam und erst in der 7ten Blasewoche konnte der Erzsatz, bei schaumig gaarem Roheisen, auf 5½ Ctr. gebracht werden. Der Gichtenwechsel betrug bei der jetzigen Windpressung von 2⅜ Pfd. und bei 11 Quadratzoll Flächenraum der 3 Düsenmündungen, 18 bis 21 in einer 12stündigen Schicht, wobei zu bemerken ist, dafs hier immer 3fache Kohlengichten mit den zugehörigen 3 Erzgichten gesetzt werden. Späterhin wurde der Gichtenwechsel etwas lebhafter, jedoch wurden, bei Verschmelzung geringhaltiger Erze, im ersten Betriebsjahre mehrentheils noch nicht 500 Ctr. Roheisen in der Woche erblasen. Der Kohlenverbrauch stellte sich

ziemlich hoch und es schien, besonders in der ersteren Betriebszeit, dafs der bedeutende cubische Inhalt des Kohlensacks in keinem günstigen Verhältnifs zu dem noch engen Rast- und Gestellraum stehe, wodurch eine zum Theil nutzlose Verzehrung der Kohlen oberhalb erfolgte. Ein grofser Uebelstand, der in dem ersten Jahr oft eintrat, war ein starkes, einige Mal sogar mit heftigen Explosionen verbundenes Rücken der Gichten, namentlich bald darauf, nachdem Störungen im Gange der Gebläse-Maschinen vorgekommen waren, welche Störungen aber bei denen nicht mit so hohem Kohlensack arbeitenden Oefen keine solche Folge hatten. Aufser den gewöhnlichen Hülfsmitteln zur Beseitigung des Rückens der Gichten zeigte sich das Einlegen einer gröfseren Düse auf der Seite, wo die Gichtflamme auffallend matt war, besonders wirksam, indem hierdurch auf dieser Seite die Ofenhitze verstärkt wurde.

Im September 1841 wurde in der 46sten Blasewoche der schon sehr ausgeschmolzene Tümpel durch Einstampfung neuer Masse erneuert. Ein solcher Tümpel hielt im Laufe der Hüttenreise in der Regel ein halbes Jahr aus.

Im nächsten Jahre (1842) war der Ofengang günstiger. Schon im Januar und Februar erhöhete sich das wöchentliche Roheisenausbringen bei anhaltendem Frostwetter durchschnittlich bis auf 600 Ctr., wobei der Durchschnittsgehalt der Erzgattirung 32 Procent betrug. Bemerkenswerth ist es, dafs in dieser Zeit die mit einem Wasserregulator versehene Dampfmaschine wegen eines Sprungs beim Blase-Cylinderkolben in Stillstand kam und dagegen eine andere mit einem Trocken-Regulator versehene Maschine in Gang gesetzt worden ist. Die Ofenhitze nahm bald bedeutend zu, der Gichtenwechsel wurde lebhafter und der Erzsatz konnte um $\frac{1}{2}$ Ctr. für die Gicht erhöhet werden. Noch lebhafter ward der Ofengang in den nächstfolgenden Monaten, wo die mit dem Trockenregulator in Verbindung stehende Dampfmaschine durch eine Verbesserung an der Steuerung eine höhere Windpressung von $2\frac{1}{2}$ Pfd. gestattete. Im Monat März erfolgten, obwohl der Ofen durch das Brechen von Gichtschwamm (Ofenbruch) etwas abgekühlt wurde, durchschnittlich 709 Ctr. und im Monat April 672 Ctr. Roheisen wöchentlich. Auf Grund dieser Erfahrung, welche sich späterhin noch mehrmals bestätigte, nach beendeter Hüttenreise des Wedding-Ofens, ist der Wasserregulator der ersten Maschine ebenfalls mit einem Trockenregulator vertauscht worden. Im

Monat Mai, als in Folge der verschmolzenen sehr zinkhaltigen Erze das Brechen des Gichtschwammes wiederholt werden mufste und auch mehre Störungen bei den Gebläse-Maschinen vorkamen, wurden durchschnittlich nur 532 Ctr. Roheisen erblasen. Mit der wärmern Witterung im Monat Juni liefs der lebhafte Ofengang um so mehr nach, als nicht nur sehr zinkhaltige, sondern auch sehr lettige und sandige Erze verschmolzen werden mufsten. Es trat ein öfteres Nasen der Formen ein und gleichzeitig wiederholte sich das Rücken der Gichten. In der ganzen Sommerzeit kam die Production selten auf 500 Ctr. wöchentlich. Erst mit dem Eintritt kälterer Witterung hob sie sich und kam in den Monaten October 1842 bis Ende Mai 1843 auf nahe 600 Ctr. im Durchschnitt. In den Monaten Juni bis Ende September 1843 fiel die wöchentliche Production auf 480 Ctr. im Durchschnitt herab. Geringer war der Unterschied in den darauf folgenden gleichen Zeitabschnitten und zwar vom October 1843 bis zu Ende Mai 1844 und vom Monat Juni bis zu Ende September 1844. Hier verhielten sich die durchschnittlichen Productions-Quanta für die Woche wie 572 : 551. Dies hatte darin seinen Grund, dafs der Winter 18$\frac{43}{44}$ sehr milde und regnigt gewesen war und in der Sommerzeit grofsentheils bessere Erze verschmolzen werden konnten.

Ein Rücken der Gichten kam im Sommer 1844 nur selten vor und wurde immer schon durch einige leere Kohlengichten und Herabstellung der Windpressung bald beseitigt. Der Ofen arbeitete überhaupt seit längerer Zeit sehr regelmäfsig. Mit dem Anfang des Monats October 1844 stand derselbe in der 203ten Blasewoche, aber dennoch lieferte er bei ziemlich strenger Winterkälte und daher auch bei geringem Wassergehalt der Atmosphäre, fortdauernd ein recht gutes Roheisen, verbunden mit günstigen Productionsquantitäten. Auch selbst in der Sommerzeit des folgenden Jahres 1845 fielen letztere günstig aus und hierzu hat die Verstärkung des Effects bei der Gebläse-Maschine (durch den Einbau einer neuen Steuerung mit Doppel-Dampfventilen) wesentlich beigetragen. Die Windpressung erhöhete sich dadurch von 2$\frac{3}{4}$ Pfd. auf 3 Pfd. auf den Quadratzoll, wobei jetzt aber wieder engere und zwar 3 Stück 2zöllige Düsen angewendet wurden, so dafs bei dieser erhöhten Pressung das frühere Windquantum von nahe 2400 Kubikfufs Luft von atmosphärischer Dichtigkeit in der Minute (oder etwa 24 Kubikf. auf den Qua-

dratfufs Kohlensackfläche) ziemlich dasselbe blieb.
dieser Pressung des Windes erfolgten im Monat Mai 1
bei einem Durchschnitts-Eisengehalt der Erzgattirung
31 Procent gegen 600 Ctr. Roheisen in der Woche,
Juni 630 Ctr., und selbst in den Monaten Juli, August
September, wo der Wassergehalt der Luft, nach
Augustschen Psychrometer, der das 3 bis 5fache
dem in den Wintermonaten betrug und der Ofen tempo
bei lettigen Erzen, mit stark nasenden Formen gearbe
hatte, erfolgten durchschnittlich noch 545 Ctr. wöchentl
Ungeachtet fortdauernd mit erhitzter Luft von 60 bis
Temperatur geblasen wurde und zeitweise sehr zinkhalt
Erze verschmolzen worden sind, blieb das Roheisen d
in jeder Beziehung tadelfrei und ein sonst bei Verschm
zung jener Erze wohl vorkommendes starkes Dampfen b
Vorheerde oder gar des Eisens selbst, war beim Abstec
niemals warzunehmen. Auch ist niemals der Fall ein
treten, dafs man mit dem in diesem Ofen erblasenen R
eisen auf den Frischhütten unzufrieden gewesen wä
während das, bei nicht stärker erhitztem Winde, gle
gaar erblasenem Roheisen aus den anderen mit sehr n
drigem Kohlensack versehenen Oefen, nicht immer al
Anforderungen entsprochen hat. Diese Erfahrung re
allerdings einem hohen Kohlensack das Wort, anders
ist aber mit Rücksicht der oben angeführten Ergebnisse
der ersten Betriebszeit nicht in Abrede zu stellen, d
die Anwendung eines solchen hohen Kohlensacks imm
sehr bedingt ist, und namentlich gleichzeitig eine Erw
terung des unteren Theils der Rast, so wie des ober
Gestellraums und ganz besonders eine höhere Windpre
sung voraussetzt.

Der so eben nachgewiesene gute Erfolg einer hoh
Windpressung läfst erwarten, dafs sich der Betrieb
Anwendung einer noch höheren Pressung noch vorthe
hafter stellen werde und demgemäfs sollen bei dem je
nothwendig werdenden Umbau der Hohöfen, dieselben
eine Windpressung von 4 Pfund auf den Quadratzoll ve
hältnifsmäfsig erweitert und erhöht und eben so auch
Gebläse-Maschinen jener Pressung angemessen verstär
werden. Ein guter Erfolg ist hierbei um so weniger zwe
felhaft, als die hiesigen Koaks, welche aus Süsterkohl
dargestellt werden, obgleich in nur niedrigen und offen
Meilern dargestellt, dennoch ziemlich dicht ausfallen,
dafs 1 Kubikfufs derselben durchschnittlich 33 Pfd. wie

Gewifs ist es aber, dafs auch für die Zukunft von den hiesigen Oefen keine so grofse Roheisen-Erzeugung erwartet werden kann, als sie z. B. die Belgischen Hohöfen aufzuweisen vermögen. Dies liegt in der Natur der hiesigen Koaks und in dem dadurch bedingten Gichtenwechsel, so wie in der Natur der Eisenerze, welche letztere in Belgien von der Art sind, dafs sie sich vor dem Verschmelzen verwaschen lassen, was hier, ihrer mulmigen Beschaffenheit wegen, nicht ausführbar ist.

Im Winter $18\frac{4}{5}$ hielt sich der Ofen, selbst unter sehr ungünstigen Betriebsverhältnissen, ebenfalls noch ziemlich gut. Dieser Winter war nämlich so aufsergewöhnlich gelinde und regnigt, dafs der Zustand der Wege und selbst der Chausséen keine neue Anfuhr von Erzen gestattete, weshalb man zur Verarbeitung von minder gutartigen Erzen aus den alten Beständen gezwungen war. Im October und November 1845 stellte sich ein starkes Nasen der Formen ein, welches erst durch den Zuschlag von 10 bis 20 Procent reiner Schlacke aus den Schweifsöfen, aufser den sonst gewöhnlichen Hülfsmitteln, gehoben werden konnte. Diese Schweifsofenschlacke, welche beim Hohofenbetriebe durchschnittlich zu 60 Procent Eisen ausgebracht wird, setzt man der Erzgattirung bei denjenigen Oefen, welche das zur unmittelbaren Verpuddlung bestimmte Roheisen liefern, immer nur ausnahmsweise bei eintretenden Gestellversetzungen zu, weil der gröfsere Siliciumgehalt des dabei fallenden Roheisens der Güte des Stabeisens nachtheilig ist und letzteres weniger sehnig und kurzbrüchiger ausfällt. Bei denjenigen Oefen aber, die das Roheisen liefern, welches vor der Puddlingfrischarbeit in den Raffinieröfen gereinigt wird, können 7 bis 8 Procent von jener Schlacke der Erzgattirung beigemengt werden, ohne dafs die Güte des Stabeisens dadurch im mindesten leidet. Dabei ist jedoch zu bemerken, dafs das Raffiniren des Roheisens hier in einem Gasflammenofen, ohne alle gaarenden Zuschläge, blofs durch Einwirkung eines Windstroms erfolgt, wodurch nicht nur das Silicium, sondern auch andere schädliche Beimischungen, wie Phosphor und Schwefel, am vollkommensten von dem Roheisen abgeschieden werden. Zur Erlangung eines guten und probemäfsigen Stabeisens, so wie zur Förderung der Arbeit selbst, wird hier das gewöhnliche Roheisen in der Regel zur Hälfte mit jenem raffinirten Roheisen verpuddelt, welches letztere hier die Stelle des immer seltener

und theurer werdenden Holzkohlen-Roheisens vertritt, mit welchem letzteren zusammen sich das Koaksroheisen bekanntlich ebenfalls leichter und unter Erlangung eines guten Produkts, in den Puddlingöfen verfrischen läfst.

Im Sommer 1846 waren die Umstände in Betreff der Anfuhr guter Erze nicht minder ungünstig als im vergangenen Winter, weil das Fuhrwesen wegen der grofsen Höhe der Futterpreise fast ganz darnieder lag. Aus diesem Grunde und weil der Zusatz von reichhaltigen Thoneisensteinen sehr beschränkt werden mufste, konnte die als Norm bestehende Productionsmenge von 500 Ctr. Roheisen wöchentlich nicht einmal in den Wintermonaten und noch weniger in der Sommerzeit 1846 ganz erreicht werden, obwohl der Gang des Ofens im Allgemeinen bis zum Monat Juli immer noch regelmäfsig blieb. In der Sommerzeit stieg die Ofenhitze bei den schwachen Erzsätzen sehr nach oben und die Gichtflamme wurde, bei der überdies nur geringen Höhe des Ofens von 40 Fufs, aufsergewöhnlich stark; eine Schwächung des Gebläses verringerte den Gichtenwechsel und deshalb versuchte man durch Schüttung von 4fachen Gichten statt der bisherigen 3fachen die Hitze im Ofen mehr herabzudrücken, in so fern, als dadurch eine um ½ stärkere Erzdecke auf die geschütteten Koaks zu liegen kam. In dem Fall, wo der einfache Erzsatz unter 5 Ctr. herabsank, mithin weniger als 15 Ctr. Erz auf der 3fachen Kohlengicht gelagert waren, hatte das Setzen von 4fachen Gichten den gewünschten Erfolg, indem alsdann die 18 bis 19 Ctr. schweren Erzgichten die starke Oberhitze etwas dämpften, wodurch die Gestellhitze merklich zunahm. Im Monat Juli 1846 wurd bei sehr schwüler Gewitterluft und durch mehre Störungen bei den Gebläse-Maschinen der Gang des Ofens weniger regelmäfsig und es stellte sich mehrmals wieder ein Rücken der Gichten ein.

Im August mufsten sehr kieselige (feuersteinhaltige) Erze verschmolzen werden, wodurch eine so schnell zunehmende Versetzung im Gestell mit gleichzeitigem Schwarzwerden aller 3 Formen eintrat, dafs alle dagegen angewendeten Mittel, zumal bei der dem Hohofenbetriebe so ungünstigen Jahreszeit, fruchtlos blieben. Weder starke Thoneisenstein- noch Puddelofenschlacken-Zusätze mit zeitweise stark erhitztem Winde, nächst den angestrengtesten Arbeiten vor den Formen und vor dem Heerde, bewirkten ein Aufhellen der sehr stark mit Eisen verunrei-

nen Formen, von denen nur die eine, inzwischen umgesetzte Seitenform nach der Brustseite des Ofens hin, den Wind frei durchliefs. Das matt gewordene Roheisen hatte sich, wie immer in solchen Fällen, im Heerde sehr hoch aufgesetzt und der gröfste Theil des Eisens wurde beim Vorheerde herausgedrückt. Der Stich war nicht frei zu machen, obwohl man denselben mehrmals durch vorgelegtes Kohlenfeuer und Gebläse auszuschmelzen suchte. Zur Wiederherstellung des Ofens war keine Aussicht vorhanden und es wurde derselbe daher im Laufe seiner 301ten Betriebswoche vollständig niedergeblasen.

Der Rückstand im Heerde (die so genannte Ofensau) war ziemlich grofs und zeigte im Boden eine reichliche Absonderung von Titankrystallen. Bleiische Produkte fanden sich diesmal in den Kreuzabzügen unter dem Bodensteine nicht vor. Nach dem Ausbrechen des noch übrig gebliebenen und mehrentheils aus versinterten Massen bestehenden Gestelles fand man die Rast, wie gewöhnlich, ziemlich weggeschmolzen und nur im oberen Theil auf eine Tiefe von etwa 3 Fufs noch gut erhalten. Von da ab zog sich dieselbe ganz gleichförmig unter einem Winkel von etwa 72°, nach dem (oberhalb auf 5¼ bis 6′ weit ausgeschmolzenen) Gestellraum. Der Kohlensack fand sich auf der Formseite in der unteren Region, von 11′ auf 11′ 4″, vom Rücken nach der Brustseite aber auf nahe 12′ ausgeschmolzen. Der Schacht war stellenweise stark angegriffen und rissig, so dafs man es nicht wagen konnte, den Ofen mit diesem Schachte wieder anzublasen.

Die Betriebsresultate dieser Hüttenreise des Wedding-Hohofens waren folgende:

In 301 Blasewochen wurden dargestellt:

153,828 Ctr. 80 Pfd. Roheisen.

Es wurden verschmolzen in 91,438 Gichten 484,425¼ Ctr. milde Erze und Thoneisensteine mit:

127,574¾ Ctr. Kalkstein und

182,876 Tonnen à 7½ Kubikf. Koaks.

Die wöchentliche Roheisenproduction betrug hiernach im Durchschnitt 511 Ctr.; der Koaksverbrauch auf 1 Ctr. Roheisen betrug = 8,4 Kubikf.;

der Kalksteinverbrauch auf 1 Ctr. Roheisen = 91,2 Pfd.

Das Ausbringen der Erzgattirung durchschn. 31,7 Proc.

## 5.

# Ueber die Anwendung des bei Gasen gereinigten Roheisens auf den Eisengiefsereien.

Von

Herrn Brand

zu Gleiwitz.

---

Der hohe Grad von Festigkeit des auf Königshütte in Oberschlesien in den Gasflammenöfen dargestellten Reineisens macht dasselbe unmittelbar, oder als Zusatz zu dichtem grauen Roheisen, in gewissen jedesmal nach seiner Beschaffenheit näher zu prüfenden Verhältnissen, für die Darstellung aller Gufswaaren, von welchen ein bedeutender Widerstand gefordert wird, ungemein wichtig. Es verdient diese, auf der möglichst vollkommnen Abscheidung der Erdbasen, insbesondere des Siliciums, aus dem Roheisen beruhende Eigenschaft, schon in so fern eine allgemeine Beachtung, als durch dieselbe ein Mittel gewährt ist, dem Vorwurf geringerer, durch die Anwendung der erwärmten Gebläseluft verminderter Festigkeit der Gufswaaren, wenn es sich darum handelt, zu begegnen. Einen eben so interessanten als strengen Beweis für diese Haltbarkeit gewähren die auf der Eisengiefserei bei Gleiwitz angestellten Zerbrechungsversuche mit 20" langen $1\frac{1}{8}$ und $2\frac{1}{16}$ zolligen Quadratstäben, welche gleichzeitig bei dem Gufs von Walzen aus solchem Reineisen senkrecht und horizontal dargestellt wurden. Das Verfahren hierbei war das bei den Proben zur Vergleichung des schwedischen und schlesischen Eisens für die Verwendung zum Geschützgufs schon früher beobachtete, nach welchem eine gufseiserne Platte mit einer quadratischen Oeffnung von dem Querschnitt der zu prüfenden Stäbe, an einer senkrechten Wand befestigt ist, in welche der Probestab bis zur Hälfte hineingeschoben und an dem freien Ende mittelst einer 6 Pfd. schweren Klammer an einen geschmiedeten $60\frac{1}{2}$"

langen 61 Pfd. schweren Hebel befestigt wird, an dessen Ende eine allmälig bis zum Brechen des Stabes mit Gewichten belastete Waageschaale hängt.

Das auf diese Weise ermittelte Zerbrechungsverhältnifs geht übersichtlich aus der nachstehenden Zusammenstellung, welche die Durchschnittszahlen einer Reihe von Versuchen mit Reineisen und Roheisenstäben, aus dem Hoh- und Kupoloofen abgegossen, enthält, hervor.

Bei der Anwendung von:

| | Roheisen aus dem Hohofen unmittelbar | Roheisen im Kupoloofen umgeschmolzen | Königshütter gereinigtem Eisen mit einem Zusatz von dichtem, grauem Roheisen | fein körnigem halbirtem Reineisen |
|---|---|---|---|---|
| | Pfd. | Pfd. | Pfd. | Pfd. |
| brechen: 1) stehend gegossene $1\frac{7}{8}$" Quadratstäbe bei . . . | 412 | 463 | 698 | 744 |
| 2) liegend gegossene $1\frac{7}{8}$" Quadratstäbe bei . . . | 450 | 481 | 745 | 774 |
| 3) stehend gegossene $2\frac{5}{16}$" Quadratstäbe bei . . . | 712 | 847 | 1086 | 1268 |
| 4) liegend gegossene $2\frac{5}{16}$" Quadratstäbe bei . . . | 764 | 823 | 1153 | 1401 |

Wenn man die hieraus zu ziehenden eben so interessanten als mannigfachen Zahlenverhältnisse auch übergehen will, weil sie nach den verschiedenen Anforderungen leicht darzustellen sind, so ist doch des Hauptresultats zu erwähnen, dafs die Festigkeit des Reineisens in liegend gegossenen Stäben fast 30000 Pfd. auf den Quadratzoll beträgt, während diejenige des Roheisens aus dem Hohofen nach derselben Berechnungsweise nur die Höhe von 20000 Pfd. erreicht.

Für die Anwendbarkeit des im Flammenofen gereinigten Roheisens zur Darstellung aller Gufswaaren, welche eine besonders grofse Festigkeit erfordern, bleibt deshalb zunächst noch die Leitung des Schmelzprocesses in der Art, dafs die Beschaffenheit des ausgewählten Reineisens keine wesentliche Veränderung erleidet, die wesentliche Aufgabe. Dazu bietet der Kupoloofen kein zweckentsprechendes Mittel dar, wogegen es in einem, nach den hier

allgemein als zweckmäfsig erkannten Dimensionen construirten Flammenofen, ziemlich in der Hand des Schmelzers liegt, ein dem angewendeten Material gleiches Product zu erzielen. — Wenn es sich bei dem Umschmelzen von Roheisen in sehr starken Dimensionen oder bei einem ungleich schnell erfolgenden Einschmelzen des Materials auch ziemlich häufig ereignet, dafs sich das im halbirten Zustande eingesetzte Roheisen nach langsamem Abkühlen in feinkörniges, graues umändert, so scheint doch die Festigkeit hierdurch nicht, oder nur in unbedeutendem, noch nicht hinlänglich bestimmtem Maafse zu leiden und deshalb die Anwendbarkeit nicht besonders zu beeinträchtigen.

So hat sich denn hier die Verwendung des im Gas-Flammenofen gereinigten und im Flammenofen umgeschmolzenen Roheisens für gröfsere Getriebräder oder für einzelne Segmente zu denselben, ferner für Kuppelungsmuffen und Spindeln, überhaupt für alle gröfseren Maschinentheile, welche einen bedeutenden Widerstand auszuhalten haben und für deren längere Benutzung ein höherer Härtegrad überaus erheblich ist, höchst vortheilhaft erwiesen. Wenn aber die abzugiefsenden Gegenstände ein zu geringes Gewicht hatten, als dafs aus ökonomischen Rücksichten ein besonderer Abstich aus dem Flammenofen vortheilhaft erschienen wäre, so wurde der gleichzeitige Abgufs mehrerer Stücke vorgerichtet, oder es ward bei einem gröfsern Abstich mit Giefspfannen so viel abgeschöpft, als gerade für die einzelnen kleinern Gegenstände erforderlich war. Wenn die allgemeine Anwendung zu Maschinentheilen irgend ein Bedenken finden könnte, so wäre es lediglich die entschiedene Neigung zu Krystallbildungen und das hierdurch herbeigeführte Trennen der Roheisenmasse, wodurch die Gufswaaren ohne sonstige Fehler als unbrauchbar zu verwerfen sein würden. Auch wäre aus diesem Grunde wohl zu besorgen, dafs verborgene Blasen die Veranlassung zu einem Bruch geben könnten. Diese Besorgnifs wird aber durch die Erfahrung widerlegt, indem man vielfach bei den durch andere Veranlassung gebrochenen Gufsstücken bemerken konnte, dafs nur in höchst seltenen Fällen die Bruchfläche mit den blasigen Stellen zusammentraf.

Den unbestritten höchsten Werth hat das Reineisen in einem halbirten, dem weifsen Roheisen sich sehr nähernden Zustande für die Darstellung von Walzen, und macht, was die Wichtigkeit ungemein erhöht, die immer noch

nicht hinlänglich gelungenen, jedenfalls sehr kostspieligen Versuche mit dem Gufs von Hartwalzen in eisernen Schaalen fast entbehrlich. Die vorzüglichsten Eigenschaften der Walzen bezeichnet Festigkeit, verbunden mit dem möglichst höchsten Grade von Härte. Beide Vortheile gewährt die Anwendung dieses gereinigten Roheisens, welches sogar ein vorzüglicheres Fabrikat liefert, als der Kapselgufs, in so fern sich die Härte nicht blofs auf die äufsere Schaale beschränkt, sondern fast den ganzen Walzenkörper durchdringt.

Nach den zeitherigen Erfahrungen eignet sich dazu am meisten dasjenige halbirte Reineisen, in welchem auf einer dichten Bruchfläche die weifsen und grauen feingesprenkelten Theilchen streng geschieden sind. Dasselbe läfst sich nicht nur zu einer den Gufs begünstigenden höheren Flüssigkeit bringen, sondern es schmelzt auch am schnellsten und gleichmäfsigsten ein, wodurch nicht allein der Abgang vermindert wird, sondern auch die Bildung von Schaleneisen in geringerem Grade eintritt. Die vollkommene Flüssigkeit des geschmolzenen Roheisens gestattet den in der Form sich entwickelnden Gasen ein freieres Entweichen nach der Oberfläche, und vermindert dadurch sehr wesentlich die Bildung von Blasen. Es ist dabei wesentlich zu berücksichtigen, dafs der Eingufs in der Art von communicirenden Röhren im Formkasten von unten angebracht werde. Bei einem Eingufs von oben, unmittelbar in den für den Walzenkörper bestimmten Raum der Form, schwindet das Roheisen bedeutend stärker und giebt gewöhnlich zu Ausschufsstücken Veranlassung.

Für die Güte der aus diesem Reineisen darzustellenden Walzen würde es am zweckmäfsigsten sein, den Gufs aus den Gasöfen selbst zu bewerkstelligen, in denen die dem jedesmaligen Zweck am mehrsten angemessene Beschaffenheit des Reineisens leicht zu erreichen und keine Veränderung derselben durch das Umschmelzen zu besorgen sein würde. Da die örtlichen Verhältnisse auf der Königshütte dies nicht gestatten und der Betrieb eines Gasflammenofens für die Giefserei auf dem hiesigen Hüttenwerk nicht vortheilhaft sein würde, so sucht man sich hier, wo man, auf ein nochmaliges Umschmelzen des Reineisens angewiesen, auch nicht immer eine hinreichende Menge Reineisen von den grade erforderlichen Eigenschaften vorräthig findet, durch eine angemessene Gattirung zu helfen. Beispielsweise wird für Stabeisenwalzen ein minder hartes,

also mehr dem grauen sich näherndes halbirtes Material angewendet, wogegen man sich zu Blechwalzen, wenn dabei nicht ein gröfseres Schwinden zu fürchten wäre, des fast weifsen Reineisens bedienen könnte. Die zweckmäfsige Leitung des Schmelzprocesses von solchem Eisen erfordert immer einen gewandten und erfahrenen Schmelzer, der schon bei dem Einsetzen des Materials in den Ofen die schwerer und leichter schmelzenden Massen richtig zu vertheilen und die Feuerung so einzurichten versteht, dafs, wenn der Former seine Vorarbeiten beendet hat, auch erst die Eisenmasse eingeschmolzen ist und jede Umänderung durch ein zu langes Verweilen in der Schmelzhitze vermieden wird. Nur bei solcher Vorsicht kann bei möglichst geringem Eisenverlust ein seiner Bestimmung vollkommen entsprechendes hartes und festes Produkt von homogener Masse dargestellt werden. Es ist dies in den meisten Fällen gelungen. Walzen zu Zinkblechwalzwerken haben vorzügliche Dienste geleistet und die zuerst angewendeten englischen in jeder Beziehung weit hinter sich gelassen. Einen Beweis für deren Festigkeit gewährte unter anderm auch die vom Mittelpunkte des Walzenkörpers aus nach dem äufsern Umfange vollkommen kugelförmig ausgeschälte Bruchfläche einiger am Zapfen gebrochner Walzen, bei welchen man zu hohe Anforderungen gemacht hatte, eben durch diese eine in allen Theilen gleiche Festigkeit und Härte bezeichnende Form.

Bei der grofsen Verschiedenartigkeit der Verwendung des umgeschmolzenen Reineisens und bei den abweichenden Verhältnissen, unter denen es bisher umgeschmolzen werden mufste, lassen sich der durchschnittliche Eisenabgang und der Kohlenverbrauch zwar nicht in Zahlen genau angeben, beide erreichen jedoch keine unverhältnifsmäfsige Höhe und vertheuern, so lange der Preis des Roh- und Reineisens nicht zu verschieden ist, das Fabrikat eben nicht in sehr bedeutendem Grade. — Der Preis für die Blechwalzen von 8 Thlr. 25 Sgr. und der für die Stabeisenwalzen von 10 Thlr. für den Centner ist, mit Berücksichtigung des kostbaren Abdrehens so harter Körper, insbesondere aber des Umstandes, dafs bei einem zum Krystallisiren sehr geneigten Eisens auch die Bildung von hohlen Räumen, das Schwinden und das Trennen der Eisenmassen zum Verwerfen vieler Stücke Veranlassung giebt, wohl nicht als zu hoch anzusehen.

Einen wesentlichen Vortheil wird die Anwendung des

Reineisens bei dem Geschützgufs gewähren, und die Hülfe des Auslandes vollständig entbehrlich machen. Zu Versuchen hat sich indefs bis jetzt noch keine Gelegenheit dargeboten.

Hiernach greift dieses verfeinerte Material, dessen Anwendbarkeit bei anderen Zweigen des Eisenhüttenwesens sich schon hinreichend bewährt hat, auch wesentlich in den Giefsereibetrieb ein. Es erscheint um so angemessener, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, als die Vorzüge dieses Materials für den Betrieb der Eisengiefsereien bisher nur mit einigen Worten berührt wurden, ungeachtet die durch die Anwendung des Reineisens zu erreichende grofse Festigkeit der Gufsstücke dazu führen wird, die mit dem gröfsten Kostenaufwande wieder auszugleichenden Störungen bei dem Betriebe von Maschinen, deren Theile aus einem minder haltbaren Roheisen angefertigt werden, in einem hohen Grade zu beseitigen.

## 6.

## Mineralienverkehr.

Herr Dr. Waltl, Prof. der Naturgeschichte und Chemie zu Passau, kann stets Mineralien und Petrefakten von der Umgebung von Passau abgeben, worunter die Mineralien des Urgebirges, die bekannten Bodenmaiser und Rabensteiner, die des Kaolin- und Graphitbezirkes; ferner die Petrefakten aus der Passauer Kreide- und Tertiär-Formation, auch aus der Juraformation (von 6 bis 12 Kreutzer); aus den Voralpen, darunter die Gosauer, die Kressenberger und Achthaler, in ausgezeichnet schönen Exemplaren, jetzt nicht mehr dort vorkommend (billigst). Sodann die Mineralien der Salzburger und Tyroler Bergwerke, von 6—12 Kr. das Stück in schönem Format. Briefe werden frankirt erbeten.

# III.

# Literatur.

## 1.

Palaeontographica. Beiträge zur Naturgeschichte der Vorwelt, herausgegeben von Dr. Wilh. Dunker und Herm. von Meyer. I. Band. I. Lieferung. Cassel 1846. 4to.

Ein Quart-Heft mit 44 Seiten Text und 6 Tafeln Abbildungen wird als der Anfang eines Werkes geboten, dessen Aufgabe, wie die Herausgeber ankündigen, es sein soll, neu aufgefundene oder zuvor ungenügend gekannte Petrefakten durch Beschreibung und Abbildung zu veröffentlichen. Die Namen der Männer, welche ein solches Werk ins Leben zu rufen unternehmen, geben Bürgschaft dafür, dafs dasselbe sich freihalten wird von den zahlreichen Mängeln der Münster'schen Beiträge zur Petrefaktenkunde, deren Stelle die Palaeontographica in unsrer Literatur einnehmen sollen. Der Inhalt des erschienenen Heftes zeigt, dafs sich dem Unternehmen schon jetzt eine vielseitige Theilnahme zugewendet hat; es enthält ausser einer Abhandlung von einem jeden der Herausgeber mehr oder minder bedeutende Beiträge von v. Hagenow, Philippi, Germar und Althaus. Die wesentliche Hälfte eines Werkes von der Tendenz der Palaeontographica bilden die Abbildungen. Zu den Abhandlungen der Herausgeber, so wie zu denen Philippi's und v. Hagenow's lieferten die Verfasser selbst die Zeichnungen, auf deren Genauigkeit und Zuverlässigkeit deren frühere Arbeiten zu bauen gelehrt haben; auch die anderen Zeichnungen scheinen von geschickter Hand angefertigt zu sein. Die Lithographieen sind gut ausgeführt und auch die übrige Ausstattung des Werkes läfst nichts zu wünschen übrig.

Den Inhalt der Lieferung bilden die folgenden Abhandlungen:

1) Pterodactylus (Rhamphorhynchus) Gemmingi aus dem Kalkschiefer von Solenhofen. Von H. v. Meyer. Pag. 1—20. Tab. V. —

Sowohl durch das Interesse des Gegenstandes als durch die Behandlung desselben stellt sich die Abhandlung würdig an die Spitze des Werkes. Dieselbe beginnt mit einer kurzen Geschichte der Pterodactylen und läfst auf die Beschreibung der neuen Art eine systematische Uebersicht der sämmtlichen bis jetzt bekannt gewordenen Arten dieser Thiere folgen. Man hat, nach H. v. Meyer, die Pterodactylen nicht mehr als eine Gattung, sondern als eine ausgestorbene Familie von Sauriern zu betrachten, in welcher drei durch gute Charaktere bestimmte Gattungen zu unterscheiden sind: Ornithopterus, Pterodactylus und Rhamphorhynchus. Der gemeinschaftliche Name Pterodactylus ist hier noch für die drei Gattungen beibehalten und die beiden neuen Namen werden nur als die von Untergattungen in Parenthese dem Namen Pterodactylus beigefügt. Ornithopterus enthält nur eine Art, O. Lavateri von Solenhofen, von allen übrigen Thieren der Familie dadurch sich unterscheidend, dafs der Flugfinger nicht aus 4 sondern nur aus 2 Gliedern besteht. Bei Pterodactylus im engeren Sinn ist der Schwanz kurz und beweglich; die Kiefer sind bis zum vordern Ende mit Zähnen besetzt; das Auge hat einen Knochenring; Schulterblatt und Hakenschlüsselbein sind nicht mit einander verwachsen. Dahin gehört die gröfste Zahl der bekannten Pterodactylen: Pt. longirostris, brevirostris, crassirostris, Kochi, medius, Meyeri, dubius, grandis, longipes, secundarius, Bucklandi; sämmtlich, mit Ausnahme der letzten Art von Solenhofen oder Kelheim. Die letzten 5 sind indefs weniger vollständig gekannt, und konnten nur fraglich der Gattung zugerechnet werden. Bei Rhamphorhynchus, oder wie H. v. Meyer schreibt, Pterodactylus (Rhamphorhynchus) ist der Schwanz lang und steif; das vordere Ende der Kiefer geht in eine zahnlose Spitze aus, an der ein hornartiger Schnabel angebracht war; das Auge ist wahrscheinlich ohne Knochenring; Schulterblatt und Hakenschlüsselbein sind mit einander verwachsen. Zu dieser Gattung gehört die neue Art, Rh. Gemmingi, und aufser ihr von früher schon gekannten, Rh. macronyx, Rh. Münsteri

und Rh. longicaudus. Von dem Skelet des Rh. Gemmingi sind sämmtliche wesentliche Theile mit Ausnahme der Extremitäten erhalten, insbesondere vollkommen der Kopf und der Schwanz. Das Thier hatte ungefähr die Gröfse des Pterodactylus dubius und medius und war gröfser als seine Gattungsgenossen Rh. longicaudus und Münsteri, mit welchen es gleichzeitig lebte.

2) Aspidura Ludeni. Von Fr. v. Hagenow. Pag. 21—22. Tab. I. Fig. 1. *a—d.*

Die einzige Art der von Agassiz aufgestellten Gattung Aspidura war bis jetzt A. scutellata, welche schon Blumenbach als Asterites scutellatus, später Goldfufs als Ophiura loricata beschrieb. Die neue A. Ludeni lehrt, was für diese von Agassiz nur sehr unvollkommen bestimmte Gattung als wesentlich zu betrachten ist. Bei A. scutellata ist nach Goldfufs's und Bronn's Abbildungen die Rückenseite der Scheibe des Thieres mit Täfelchen bedeckt, welche so geordnet sind, dafs um ein Centraltäfelchen herum zunächst ein Kreis von 5 kleinen Täfelchen steht, worauf noch ein äufserer Kreis von 10 viel gröfseren Täfelchen folgt, von denen je 2 zugleich über einem der inneren Täfelchen stehen und die Basis des einen der Arme bilden. Bei A. Ludeni sind dieselben Täfelchen in gleicher Stellung sowohl gegeneinander als gegen die Arme vorhanden; aber die Täfelchen des äufseren Kreises stehen nicht in Berührung mit denen des inneren, sondern werden von ihnen durch eine grofse Zahl kleinerer in sich wieder regelmäfsig geordneter Täfelchen getrennt. Aufserdem unterscheidet sich die Art dadurch, dafs die 5 Paare der Täfelchen des äufseren Kreises nicht mehr an einanderstofsend eine runde Scheibe bilden, sondern strahlig auseinandergehen und fast schon der Anfang der Arme sind. — Das interessante Petrefakt stammt aus dem Muschelkalk von Jena und wurde auch in dem Werk von Schmid und Schleyden auf Tab. IV. Fig. 7. abgebildet; die Täfelung der Rückenseite wurde aber hier übersehen oder war nicht erhalten.

3) Ueber Tornatella abreviata, Otodus mitis, Otodus callicus und Myliobatis Testae. Von R. A. Philippi. Pag. 23—25. Tab. II.

Tornatella abbreviata, ausgezeichnet durch ein hohes, kegelförmiges, in der Gattung ungewöhnliches Gewinde,

wurde in einer Tonne voll Versteinerungen gefunden, in welcher auch einige ähnlich erhaltene Gosau-Muscheln lagen. Man wird deshalb noch nicht mit Philippi glauben, dafs über den Fundort der Muschel kein Zweifel mehr möglich sei. Otodus mitis und Otodus catticus sind zwei tertiäre Fischzähne von der Wilhelmshöhe, welche der Verfasser, wie er selbst sagt, nicht etwa beschreibt und mit einem Namen belegt in der Absicht und Meinung, zwei neue Haifischarten aufzustellen, sondern nur um die Sammler im nordwestlichen Deutschland auf diese Formen aufmerksam zu machen. Wenn weiter nichts beabsichtigt wurde, so waren die Abbildungen mit der Beschreibung genügend und die Namen konnten gespart werden. Wollte Philippi sich überhaupt mit den Haifischzähnen unserer norddeutschen Tertiärbildungen beschäftigen, so hätte er sich zuvor ein gröfseres und besseres Material verschaffen sollen. Dankbar mufs man sein für das Bekanntwerden des Myliobatis Testae, eines prächtigen Gaumenstückes, welches wahrscheinlich in den jüngeren Tertiärablagerungen Siciliens gefunden wurde.

4) Ueber Omphalomela scabra. Eine neue Pflanzenversteinerung aus dem Keuper von Badeleben in Thüringen. Von E. F. Germar. Pag. 26 — 29. Tab. III.

Wo ein neuer Gattungsname eingeführt wird, mufs es erlaubt sein zu fragen, was man unter dem neuen Namen zu verstehen hat. Die ausführliche Beschreibung lehrt Omphalomela als ein Ding kennen, welches muthmafslich von einer vielleicht dichotom verästelt gewesenen Pflanze herrührt, welches aber so wenige zur näheren Bestimmung brauchbare Charaktere an sich trägt, dafs ausgezeichnete Botaniker auch nicht einmal eine Pflanzenfamilie andeuten konnten, zu welcher das Petrefakt zu stellen sei. Dinge, von welchen weiter nichts gesagt werden kann, bedürfen keiner Namen oder höchstens erst dann, wenn sie durch häufiges Wiedererscheinen in einer bestimmten Schicht ein gewisses geognostisches Interesse erhalten. Unsere ältere petrefaktologische Litteratur bietet in einem solchen Fall Benennungen genug dar, welche keinen Anspruch darauf machen, in naturhistorische Systeme eingereiht zu werden. Wollte Germar seinem Dinge durchaus einen Namen geben, so wäre Phytolithus gewifs passender gewesen, als die hochtönende Omphalomela. Der Aufsatz giebt nebenbei noch einige andere Beobachtungen und Ansichten eigen-

thümlicher Art. Das zum Keuper gerechnete Gestein, aus welchem obiges Petrefakt herrührt, wird als ein dolomitischer Kalkstein bezeichnet, der sich sogleich beim ersten Anblick als eine Süfswasserbildung zu erkennen gebe. Gewifs wäre es von grofsem Interesse, nähere Beweise für die Existenz einer Süfswasserbildung in der Formation des Keupers zu erhalten. Man wird indefs nicht leicht geneigt werden, ein Gestein, in welchem nach des Verfassers Angabe Labyrinthodonten-Reste vorkommen, für einen Süfswasserabsatz zu halten, wenn nichts anderes hierfür spricht, als das Vorkommen von Muschelkernen, deren Umrifs dem eines Unio gleicht, oder das Erscheinen von Klüften und Poren, welche sich in allen dolomitischen Gesteinen so häufig zeigen. Weiter wird das Vorkommen des Ammonites nodosus in einem benachbarten Steinbruch im Muschelkalk beschrieben und entwickelt, wie die Kammerwände desselben in der Mitte eine grofse trichterförmige Vertiefung haben sollen, die so weit herabreicht, dafs die Vertiefung der einen Kammerwand noch beträchtlich in die der nächsten hereinreicht. Dafs dieser Beobachtung eine optische Täuschung zum Grunde liegen müsse, zeigt jedes Stück von Ammonites nodosus, welches in der Mitte durchgeschliffen oder gerade an der Kammerwand abgebrochen ist. Diese biegt sich tief trichterförmig abwärts nur am Bauchrande in dem Ventrallobus und auch hier nie so tief, dafs die Spitze des Trichters unter die nächste Kammerwand herabreicht; aufserdem erhebt sich die Kammerwand nur in zwei sanft gebogenen Wellen in der Verbindungsrichtung zwischen den Dorsal- und Lateral-Sätteln; trichterförmige Einsenkungen in der Mitte sind eben so wenig hier, wie bei irgend einem anderen Ammoniten vorhanden.

5) Ueber einige neue Pflanzen aus dem Kupferschiefer von Riechelsdorf. Von J. Althaus. Pag. 30—33. Tab. I. Fig. 2, 3 und Tab. IV.

Den eifrigen Bemühungen des Verfassers dieses Aufsatzes hat man vornehmlich die Kenntnifs der zahlreichen früher unbekannt gewesenen Versteinerungen des Kupferschiefers zu verdanken, welche in Münster's Beiträgen zur Petrefaktenkunde beschrieben wurden. Der hier gegebene Beitrag zur Kenntnifs der Kupferschiefer-Flora macht uns mit drei neuen Fucoiden und einem neuen Farrenkraut

bekannt. Die Zahl sämmtlicher beschriebener Pflanzen des Kupferschiefers, deren Verzeichnifs dem Aufsatz beigefügt ist, wurde hierdurch auf 21 gebracht, wovon 18 Fucoiden und 3 Farrenkräuter sind. Die Zahl bleibt immer beträchtlich genug, wenn auch einige der unterschiedenen Fucoiden-Arten zusammenfallen sollten.

6) Ueber die in dem Lias bei Halberstadt vorkommenden Versteinerungen. Von Wilh. Dunker. Pag. 34—42. Tab. VI.

Die monographische Bearbeitung der in einer bestimmten Schicht nebeneinanderliegenden Versteinerungen ist ihres Interesses wegen eine der dankbarsten, aber auch eine der schwierigsten Aufgaben, wenn dieselbe erst nach Ausführung aller nöthigen Vorarbeiten unternommen werden soll. Wer die Ausführung einer solchen Arbeit beabsichtigt, müfste zunächst damit anfangen, sich genau mit der Lagerung und Verbreitung der Schicht, deren Versteinerungen beschrieben werden sollen, bekannt zu machen; er müfste, ehe er sich entschliefst, eine Species als neu aufzustellen, sich überall bewufst sein, nirgend schon längst vorhandene Beobachtungen übersehen zu haben. Diese Vorarbeiten scheinen für die vorliegende Abhandlung nicht hinreichend gemacht worden zu sein, so weit sich nach dem Inhalt des hier nur gegebenen ersten Stückes derselben urtheilen läfst. Nach einigen Notizen über das Vorkommen der zu bearbeitenden Versteinerungen werden 12 auf der sechsten Tafel abgebildete Species von Zweischalern beschrieben. Ueber die geognostische Stellung der Schicht, aus welcher dieselben herstammen, wird weiter nichts gesagt, als dafs sie einer Liasbildung angehören, welche auf Friedr. Hoffmann's geognostischer Charte vom nordwestlichen Deutschland irrthümlich als Sandstein der Wealden angegeben sei. Letztere Bemerkung zeigt, dafs dem Verfasser weder die Farbentafel zu Hoffmann's geognostischer Charte noch der Inhalt seines Werkes über die geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland bekannt sei. Hoffmann hat nie das herrschend aus Sandsteinen zusammengesetzte Schichtensystem, in welchem die bei Halberstadt vorkommenden Lias-Versteinerungen liegen, mit dem Sandstein der Weald-Bildungen verwechselt; vielmehr verdankt man gerade ihm hauptsächlich die Unterscheidung desselben vom Keuper

sowohl, mit welchem es noch unten innig verbunden ist, als von dem Quadersandstein der Kreideformation, mit welchem es früher zusammengeworfen wurde. Hoffmann erkannte in seinem unteren Lias-Sandstein, in welchem die Versteinerungen bei Halberstadt vorkommen, sehr richtig das Aequivalent der Gryphitenkalke anderer Gegenden und dachte nie daran, die Sandsteine der Weald-Bildungen für älter als die weifsen Jurakalke zu halten. Hoffmann rechnete aber die Weald-Bildungen und auch die Hils-Thone noch zur Juraformation, und da seine Charte nicht verschiedene Abtheilungen dieser Formation, sondern nur jurassische Sandsteine, jurassische Kalksteine und jurassische Thone durch verschiedene Farben anzeigt, so mufsten die Sandsteine der Weald-Bildungen dieselbe Farbe erhalten, wie die Lias-Sandsteine und die Hils-Thone dieselbe Farbe wie die Lias-Thone. Dafs diese freilich jetzt sehr ungenügenden Unterscheidungen auf unseren Charten nicht längst schon durch bessere ersetzt sind, das gereicht denen zum grofsen Vorwurf, welche sich nach Hoffmann mit den Jura-, Weald- und Kreide-Bildungen im nördlichen Deutschland beschäftigt haben; keiner von ihnen hat gezeigt, dafs er, gleich Hoffmann, im Stande sei, den Bau gröfserer Gebirgsräume in ihrem Zusammenhange zu begreifen.

Die bezeichnendsten und verbreitetsten Versteinerungen jener Lias-Sandsteine sind die beiden Cardinia-Arten, welche Dunker unter neuen Namen als C. elongata und C. trigona beschreibt. Erstre kömmt aufser bei Halberstadt, wo sie sich nur von kleineren Dimensionen findet, bis 6 Zoll grofs bei Rocklum vor, wo sie Quenstedt sammelte, dann auch bei Pabstorf, wo sie von Krüger gefunden wurde. Nach Quenstedt (Flötzgebirge Würtembergs pag. 145) stimmt sie überein mit würtembergischen Muscheln, welche in gleichem Niveau liegen und von ihm als Thalassites concinna aufgeführt werden. Die andere Art, C. trigona Dkr., ist dieselbe Muschel, welche bei Goldfufs (Tab. 146. Fig. 11.) als Lucina laevis abgebildet ist, von Blumenroth bei Coburg; auch vom Hesselberg führt sie Münster in Stücken seiner Sammlung an. Quenstedt nennt sie Thalassites crassiuscula, er sammelte sie im nördlichen Deutschland bei Orsleben; Krüger hatte sie vom Hausberg bei Hamersleben; Schlottheim besafs sie etwas kleiner, vom Seeberg bei Gotha, wo dieselben Lias-Sandsteine entwickelt sind. Zahlreiche Versteinerungen aus gleichen Schichten sammelte Krüger bei Quedlinburg an

einer Lokalität, die er „am Hinterkley" bezeichnet. Bei der grofsen Verbreitung jener beiden Cardinia-Arten ist es auffallend, dafs mit ihnen im nördlichen Deutschland noch nicht die sonst so häufig vorkommende C. hybrida gefunden wurde (Venulites arcarius Schl. zum Theil, von Aarau; Cytherea latiplexa Goldf. t. 149. Fig. 6; Thalassites Listeri Quenst. loc. cit.)

Die Muscheln, welche uns Dunker als Begleiter der beiden Cardinien kennen lehrt, sind bestimmt, als: 1 Gervillia, 1 Donax, 1 Cyclas?, 2 Modiola, 1 Mesodesma, 1 Cyrena, 1 Lima, 2 Ostrea.

Die Gervillia ist auffallend zahnlos, wenn das Schlofs vollständig erhalten und richtig abgebildet ist; eine solche Muschel könnte man ebenso gut, vielleicht richtiger, Perna nennen. Bei dem Donax giebt die Abbildung, Fig. 14, das Ligament an derjenigen Seite an, welche nach der Beschreibung die vordere sein soll, und bei der vermeintlichen Mesodesma ist ebenso der Mantelausschnitt an der kürzeren Seite gezeichnet, welche als die vordere beschrieben wird. Sind hier die Zeichnungen oder die Beschreibungen ungenau? Die Mesodesma wäre gewifs besser zu Donax gebracht. Die Cyrena dürfte leicht eine Cyprina sein und die Cyclas? könnte man eben so gut Lucina? nennen. Hoffentlich haben nicht diese beiden Muscheln den Ausspruch veranlafst, dafs in dem Lias bei Halberstadt marine und Süfswasser-Conchylien nebeneinander vorkämen; für eine so bedeutende Thatsache sind andere Beweise erforderlich.

7) Verzeichnifs der in der Gegend von Magdeburg aufgefundenen Tertiärversteinerungen. Von R. A. Philippi. Pag. 42 — 44.

Die drei Seiten Text sind der Anfang einer Arbeit, deren gröfseren Theil mit den zugehörenden Abbildungen erst das folgende Heft bringen soll. Die Untersuchungen Philippi's über die im nördlichen Deutschland vorkommenden Tertiär-Conchylien machten den ersten Anfang, eine der gröfsten und auffallendsten Lücken in unsrer petrefaktologischen Litteratur auszufüllen. Während wir zahlreiche und manche gediegene monographische Arbeiten über die Versteinerungen aller älteren Formationen besitzen, fehlte es uns noch ganz an Werken, welche uns auch nur eine entfernte Vorstellung von dem Inhalt und Reichthum unse-

rer deutschen Tertiärbildungen geben könnten. Wir erhielten von Paris aus ein Werk über die bei Wien gefundenen Polythalamien und warten noch immer vergeblich auf die so lange versprochene Beschreibung der Wiener Conchylien; wir wissen nichts von den Einschlüssen der baierischen und würtembergischen Molassen und das reiche Mainzer Becken hat noch immer keinen Monographen erhalten; nichts als unfruchtbare und zum Theil ganz ungleichwürdige Namenlisten hat unsere Litteratur für diese Formationen aufzuweisen. So konnten die Arbeiten Philippi's über die norddeutschen Tertiär-Conchylien als eine der wichtigsten Bereicherungen unserer Litteratur nur mit dem lebhaftesten Dank begrüßt werden, und erwartungsvoll muß man der Darlegung der Resultate entgegensehen, zu welchen die hier angekündigte neue Arbeit geführt hat.

**K. Beyrich.**

---

## 2.

**Notice préliminaire sur le système silurien et les trilobites en Bohême. Par Joachim Barrande. Leipsic 1846. 8. 97 Pag.**

Ohne Zweifel wird man in neuester Zeit an vielen Orten in Deutschland, so wie anderwärts, durch die Verbreitung zahlreicher Versteinerungen aufmerksam geworden sein auf den großen Reichthum an organischen Formen, welche das Uebergangsgebirge im Centrum von Böhmen einschließt; man wird in denselben überall eine Bestätigung gefunden haben für die von unseren Geognosten schon länger gefaßte und auch von verschiedenen Seiten her in unserer Litteratur sehr bestimmt ausgesprochene Ansicht, daß wir im inneren Böhmen entschiedene und unzweifelhafte Aequivalente der älteren schwedischen und englischen silurischen Uebergangsschichten besitzen. Die wenigen durch Graf Sternberg, von Schlotheim, Boeck und Zenker bekannt gewordenen böhmischen Trilobiten, insbesondere der dem Oleaus Tessini so nahe stehende O. bohemicus Zenker und der Trinucleus ornatus Sternberg, hatten, in Verbindung mit dem lange bekannten Vorkommen der

Graptolithen bei Prag, hingereicht, jene Ueberzeugung festzustellen. Das Auffinden einer grofsen Zahl ganz neuer Formen, von deren Umfang und Wichtigkeit nur die Prager Sammlungen eine richtige Vorstellung geben können, mufste nothwendig eine vielseitige Anregung zu weiteren genaueren Studien werden und es steht zu erwarten, dafs das böhmische Uebergangsgebirge bald eine reiche Litteratur erhalten wird, von welcher die vorliegende Schrift ein Vorbote ist.

Der interessanteste, wenn auch dem Umfang nach kleinere Theil des Inhalts in der Notice préliminaire des Herrn Barrande ist eine kurze übersichtliche Darstellung von der Lagerung und Ordnung der verschiedenen Schichten, welche die böhmischen Versteinerungen einschliefsen. Den gröfseren Raum der Schrift nimmt die Beschreibung der zahlreichen neu unterschiedenen Arten und Gattungen von Trilobiten ein, welche allein von den Versteinerungen speciell aufgeführt werden. Der Verfasser, welcher durch diese Bekanntmachung seinen Namen Prioritätsrechte zusichern wollte, wufste sehr gut, dafs seine Beschreibungen, ohne von Abbildungen unterstützt zu sein, in keiner Weise genügen, um demjenigen, welcher den beschriebenen Gegenstand nicht von derselben Lokalität besitzt, eine deutliche Vorstellung desselben zu verschaffen. Ein seit längerer Zeit schon vorbereitetes ausführlicheres Werk der Herrn Havle und Corda über die böhmischen Trilobiten wird hoffentlich bald eine kritische Beurtheilung dieses Theiles der Barrandeschen Schrift liefern, und zugleich die zahlreichen von Herrn Barrande vorgeschlagenen schon längst anderweitig vergebenen neuen Gattungsnamen beseitigen. Ein Auszug des allgemeinen Theiles der Schrift kann hier allein einen passenden Platz finden.

Das Uebergangsgebirge im Centrum Böhmens erscheint, nach Herrn Barrande's Darstellung, als die Ausfüllung eines Beckens oder einer Mulde, deren Längserstreckung in der Richtung von Nordost gegen Südwest ungefähr 18 geographische Meilen beträgt, während ihre Breite nicht über 9 – 10 Meilen steigt. Nordöstlich nahe Auval und etwas westwärts von Klatten liegen die Endpunkte der Längsaxe. Granit und Gneufs sind die Unterlage des Uebergangsgebirges und bilden zugleich die Ränder der Mulde mit Ausnahme der nordöstlichen Spitze derselben, wo Gesteine der Kreideformation das Uebergangsgebirge

bedecken. An mehreren Stellen ruhen, jedoch meist von geringer Ausdehnung, Ablagerungen der Steinkohlenformation unmittelbar auf den Schichtenköpfen der Uebergangsformation, welche aufserdem vielfach von Porphyren und anderen plutonischen Gesteinen durchbrochen wurde.

Die ganze Formation ist zusammengesetzt aus drei Hauptabtheilungen, von welchen die untere und die mittlere eine jede aus zwei, die obere aus drei Unterabtheilungen oder Etagen besteht. Es werden demnach 7 Etagen, *A* bis *G*, unterschieden.

Etage *A*. Die untere Etage der ersten Abtheilung umfafst alle sogenannten metamorphischen krystallinischen und halbkrystallinischen Gesteine, wie Hornblendeschiefer, Chloritschiefer u. s. w., deren äufseres Ansehen von einer Stelle zur andern vielfach wechselt. Diese Gesteine bilden die äufseren Umrisse der Mulde und stehen in Berührung mit dem Granit und Gneufs, von welchen sie an verschiedenen Orten bedeckt zu werden scheinen.

Etage *B*. Die obere Etage der Abtheilung besteht theils aus Grauwacken, theils aus Thonschiefern, von welchen die ersteren besonders am südöstlichen Rande der Mulde in der Gegend von Przibram mächtig entwickelt sind, während die Thonschiefer sich symmetrisch gerade an der entgegengesetzten nordwestlichen Seite der Mulde in der Umgebung von Mies mächtig verbreiten. Beide Gegenden sind bekannt durch ihren Reichthum an metallischen Gängen. Die Przibramer Grauwacken sind zusammengesetzt aus gerundeten bald ziemlich feinen, bald sehr groben Quarzkörnern. Lagen von Alaunschiefer kommen an vielen Orten in dieser oberen Etage vor. In der ganzen Abtheilung hat sich bis jetzt noch nicht die geringste Spur eines Petrefakts gefunden.

Die beiden Etagen der mittleren oder zweiten Abtheilung unterscheiden sich von einander eben so sehr durch ihr Gestein, wie durch ihre organischen Einschlüsse. Die Grenze zwischen ihnen ist scharf und kann z. B. leicht an den steilen Gehängen des Litawa-Thales in der Richtung von Przibram gegen Zdiz hin beobachtet werden.

Etage *C*. Die Gesteine der unteren Etage sind fast ausschliefslich Schiefer von thoniger Beschaffenheit mit einem geringen Kieselgehalt, sie unterscheiden sich durch ihr feineres dem Auge unwahrnehmbares Korn von den Thonschiefern in der oberen Etage *B* der ersten Abtheilung, in welchen die mehr oder weniger gerundeten Kör-

mente der Masse leicht zu erkennen sind. Die Farbe dieser Gesteine ist gewöhnlich sehr dunkel und wechselt vom Braunen zum Blauschwarz. Oft zeigt sich bei ihnen abweichende Schieferung, in welchem Fall nicht selten durch die Lage der Versteinerungen die wahren Schichtflächen erkannt werden können. An zwei Stellen, wo die Mächtigkeit der Etage sich bestimmen liefs, betrug sie ungefähr 1200 Fufs. Die beiden reichsten Fundorte für Versteinerungen sind das durch seine Trilobiten lange schon bekannte Ginetz, etwa 1½ Meilen von Duschnik gelegen, und Skrey, ein 3 Meilen nördlich von Ginetz am entgegengesetzten Rande der Mulde liegendes Dorf.

Von Versteinerungen wurden in der Etage gefunden 27 Arten von Trilobiten, nämlich 4 Arten Olenus (Paradoxides), 4 Conocephalus, 3 Ellipsocephalus, 1 Arion (nov. gen.); 1 Sao (nov. gen.), 8 Battus, 2 Hydrocephalus (nov. gen.), 2 Monadina (nov. gen.), 2 unbestimmt. Von schon bekannten Arten befinden sich darunter Parodoxides Tessini Brongn., Conocephalus Sulzeri Zenk, C. striatus Emmr., Ellipsocephalus Hoffii Zenk. und Battus integer Beyr. Aufser diesen Trilobiten fanden sich nur 1 oder 2 Orthis-Arten und Steinkerne eines länglichen vielleicht zu den Korallen gehörenden Körpers, welcher mit dem Namen Lichenoides priscus belegt wird.

Etage *D*. In der oberen Etage der mittleren Abtheilung, welche herrschend aus kieseligen Gesteinen zusammengesetzt ist, lassen sich von unten nach oben vier Glieder unterscheiden. Zu unterst liegen Kieselschiefer von schwarzer bis schmutzigblauer Farbe. Darüber folgen dicke Bänke eines gewöhnlich groben Conglomerates, dessen Bestandtheile sämmtlich quarzig sind und sich schwer von einander lösen. Hierüber erscheinen kieselige Sandsteine (Quarzite) oft von so feinem Korn und glasig-glänzendem Ansehn, dafs man sie eher für das Produkt eines chemischen Processes als für einen einfachen mechanischen Absatz halten möchte. Zu oberst endlich liegen Schiefer, meist schwarz und sehr vollkommen blättrig, welche untergeordnet einzelne Quarzlagen enthalten. Diese vier Glieder, welche durch Wechsellagerung an den Grenzen innig mit einander verbunden sind, lassen sich sämmtlich rings um das Becken herum verfolgen, wenn auch sehr ungleich in ihrer horizontalen Ausbreitung.

Der Kieselschiefer herrscht im ganzen südwestlichen Theil des Beckens. Er bildet hier eine fast zusammenhän-

gende Masse, welche ungefähr ein Viertheil von der gesammten Oberfläche des ganzen Beckens einnimmt in der Gestalt eines Dreiecks, dessen obere Spitze westlich von Klattau liegt. Die Höhe dieses Dreiecks, von Drslawitz bis Mireschau gemessen, hat eine Ausdehnung von etwa 4 Meilen, die Basis zwischen Rosenthal und Bokitzan von reichlich 2 Meilen. Weiter gegen NO. setzt die Hauptablagerung der Kieselconglomerate die ganze Masse der Trzemoschna-Berge und einen Theil des Brdi-Waldes zusammen; ihre oberflächliche Ausdehnung ist jedoch kaum gleich einem Drittheil von derjenigen der Kieselschiefer. Weiter in nordöstlicher Richtung werden die Quarzite das herrschend entwickelte Glied und zuletzt eben so in derselben Richtung die schwarzen blättrigen Schiefer mit untergeordneten Quarzitlagen. Die letzteren nehmen den ganzen Raum zwischen Hostomitz und Horzowitz ein, so dafs eine Linie, welche diese beiden Städte mit einander verbindet, ihre Grenze gegen die Masse der Quarzite anzeigt; sie erstrecken sich von hier in nordöstlicher Richtung bis an die Kalksteine der oberen Abtheilung, welche rings von ihnen umgeben werden wie eine Insel in der Mitte des Beckens.

Die Mächtigkeit der ganzen Etage, welche eine sehr beträchtliche sein mufs, liefs sich nirgend genau bestimmen. Die der Quarzite für sich allein, welche die geringste Mächtigkeit unter den 4 Gliedern haben, ist in der Gegend von Ginetz gröfser als 1200 Fufs.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung ist, dafs von den untersten Schichten der ganzen Formation aufwärts bis zu den obersten der letzten Etage nirgend eine erhebliche Kalksteinlage vorhanden ist. Kaum sind an einigen Stellen innerhalb der Quarzite Nesterbildungen von Kalkstein angedeutet.

In den Quarziten von Wesela, in den Schiefern von Praskoles und an anderen nicht näher bezeichneten Fundorten der Gegend von Beraun wurden die Versteinerungen in dieser Etage gefunden. Sie bestehen in 25 Trilobiten-Arten, von welchen keine einzige mit einer Art der unteren Etagen übereinstimmt; es sind 7 Arten Phacops, 3 Calymene, 2 Odontopleura (von denen Od. Buchii Barr. = Od. inermis Beyr. Unt. II. tab. 3. Fig. 2.), 2 Asaphus, 1 Cheirurus, 3 Trinucleus, 1 Caphyra (nov. gen.), 1 Dione (nov. gen.), 2 Illaenus, 1 Egle (nov. gen.), 1 Battus und 1 unbestimmt. Schon bekannt sind darunter Phacops proae-

vus Emmr., Ph. sclerops Dalm., Calymene pulchra Barr. Beyr., C. parvula Barr. Beyr., Odontopleura Buchii Barr. (= O. inermis Beyr.), Cheirurus claviger Beyr., Trinucleus ornatus Sternb. Beyr., Illaenus perovalis Murch., und I. crassicauda Wahl. Als Begleiter der Trilobiten fanden sich 2 Bellerophon, der eine = B. acutus Murch., der andere verwandt dem B. bilobatus Murch., einige nicht genauer bestimmbare Orthoceratitenbruchstücke, 4 Arten Conularia, unter denen C. quadrisulcata Sow. und C. pyramidata Deslonch., 4 Orthis-Arten, worunter O. semicircularis Murch., 2 Orbicula, 2 Avicula, einige nicht weiter zu bestimmende Steinkerne von anderen Bivalven, von Radiaten allein 1 Agelacrinites (cf. Beyr. in Leonh. Bronn Jahrb. 1846.) und endlich einige schlecht erhaltene Korallen, unter denen Porites pyriformis Lonsd. zu erkennen war.

Die obere oder dritte Abtheilung der Formation besteht ganz aus einer fast ununterbrochenen Kalksteinmasse, welche in Form einer längsgezogenen Ellipse die Mitte des Beckens einnimmt. Die Längsaxe der Ellipse, in der Richtung von NO. gegen SW., hat eine Länge von mehr als 3 Meilen; die gröfste Breite derselben steigt nicht viel über ½ Meile. Nach der Verbreitung der Versteinerungen innerhalb dieser Kalkmasse müssen drei Etagen derselben unterschieden werden.

Etage *E*. Die untere Etage des Kalksteins ruht gleichförmig auf den unterliegenden Gesteinen der mittleren Abtheilung, und ist mit den letzteren an der Grenze durch unmerkliche Uebergänge verbunden. In den schwarzen Schiefern zeigen sich zuerst einzelne zerstreute sphäroidische Ausscheidungen von Kalkstein, deren Zahl weiter aufwärts allmälig zunimmt, so dafs sie aneinanderstofsend zuerst unregelmäfsige Schichten bilden. Nach und nach werden diese Schichten regelmäfsiger und alterniren anfangs noch mit den schwarzen blättrigen Schiefern, bis diese zuletzt ganz verschwinden.

Die Farbe dieser unteren Kalksteine ist gewöhnlich fast schwarz oder sehr dunkelgrau; sie sind dicht, hier und da von weifsen Kalkspathadern durchzogen, und enthalten bisweilen einzelne mit Quarzkrystallen bekleidete Drusen. Ausscheidungen oder Beimengungen von Kieselerde sind darin sehr selten. Die Mächtigkeit der Etage variirt von 100 bis 300 Fufs; die einzelnen regelmäfsigen Schichten haben eine Dicke von wenigen Zollen bis gegen 6 Fufs.

Mit dem Erscheinen der Ausscheidungen von Kalkku-

geln in den schwarzen Schiefern beginnt zugleich eine ganz neue Fauna, von welcher auch nicht eine einzige Art schon in der Etage *D* vorhanden war. Von 40 Trilobiten-Arten sind 4 Phacops, 1 Arethusa (nov. gen.), 1 Sphaerexochus, 1 Asaphus, 3 Cheirurus, 3 Calymene, 1 Staurocephalus, 1 Lichas, 1 Harpes, 7 Odontopleura, 2 Cyphaspis, 3 Brontes, 3 Phaeton (nov. gen.), 4 Proetus, 2 unbestimmt. Anderwärts schon beschrieben sind hiervon Sphaerexochus mirus Beyr., Cheirurus insignis Beyr., Calymene diademata Barr. Beyr., Staurocephalus Murchisoni Barr. Beyr., Lichas scabra Beyr.; Lichas palmata Barr. ist = Arges speciosus Beyr., Odontopleura Verneuili Barr. wahrscheinlich = O. cornuta Beyr. Nur 3 der aufgeführten Gattungen, Cheirurus, Phacops und Odontopleura, waren schon früher in der Etage *D* vorhanden.

Neben den Trilobiten sind vornehmlich die Cephalopoden in grofser Mannichfaltigkeit entwickelt. Es kommen die Gattungen Cryptoceras (nov. gen.), Gyroceras, Nautilus, Gomphoceras, Phragmoceras, Lituites, Cyrtoceras und Orthoceras vor, die ersten 6 nur mit 2 bis 4 Arten, Cyrtoceras mit 50 und Orthoceras mit 70 Arten. Die letzte Gattung ist, wie durch die Zahl der Arten, ebenso durch die Masse der Individuen die überwiegend entwickelte; die Kalksteinschichten sind oft ganz angefüllt von den Bruchstücken der Orthoceratiten. Von englischen Arten fanden sich Orthoceras Ibex, O. distans?, O. dimidiatum?, O. Ludense?, O. annulatum, Gomphoceras pyriforme, Phragmoceras ventricosum, Cyrtoceras (Phragm.) arcuatum und compressum und Orthoceras nummularius, sämmtlich mit Ausnahme der letzten in England ausschliefslich den Lower Ludlow rocks Murchison's angehörend.

Die Ordnung der Brachiopoden ist verhältnifsmäfsig wenig entwickelt; unter denselben finden sich Terebratula prisca (in England in den Upper Ludlow rocks), Terebratula imbricata, Leptaena rugiyha und L. depressa (in den Lower Ludlow rocks), Terebratula (Atrypa) compressa und Orthis canalis (in dem Wenlockthale).

Von Conchiferen finden sich zahlreiche Dimyarier; dabei 5 bis 6 Arten Cardiola, unter denen die für den unteren Ludlow-Gesteine bezeichnenden C. interrupta und C. fibrosa. Nicht wenige Arten scheinen mit den vom Grafen Munster beschriebenen Cardium-Formen von Elbersreuth übereinzustimmen.

In dem unteren Theil der Etage kommen Schichten

vor, welche fast ganz aus Crinoideen-Resten zusammengesetzt sind, unter welchen Scyphocrinites elegans Zenk. bezeichnend ist.

Von Korallen wurden 65 Arten gefunden, unter welchen Catenipora escharoides, und Arten von Cyathophyllum und Calamopora.

Graptolites Ludensis, Gr. convolutus und einige andere Arten finden sich hauptsächlich in den Kalksteinkugeln der untersten Schichten. In England sind sie bezeichnend für die unteren Ludlow-Schichten.

Etage *F*. Die Gesteine der mittleren Kalkstein-Etage, gleichförmig und ohne scharfe Grenze denen der unteren aufliegend, unterscheiden sich von letzteren durch einen ansehnlichen Kieselgehalt, welcher bald gleichförmig durch die ganze Masse vertheilt ist, bald unförmliche ringsum fest mit dem umgebenden Kalkstein verwachsene Ausscheidungen bildet. Solche quarzige Ausscheidungen sind von dunkler oder schwarzer Farbe und gleichen dem Chert der Engländer in den silurischen Schichten.

Die Schichten des mittleren Kalksteins sind gewöhnlich ziemlich dünn, bis gegen 1½ Fufs stark. Die Farbe des Gesteins ist grau oder weifs. Beim Zerschlagen fehlt der stinkende Geruch, welchen die dunklen Cephalopoden-Kalke der unteren Etage verbreiten.

Von Trilobiten lieferte diese Etage 27 Arten, von welchen 21 derselben eigenthümlich sind, während 2 Cheirurus insignis und Odontopleura Verneuili, auch schon in der unteren Etage vorkommen, und 4, Phacops Hausmanni, Cheirurus gibbus, Cyphaspis clavifrons und Bronteus formosus, auch noch in der oberen Etage *G* sich wiederfinden. Keine neue Gattung von Trilobiten tritt hier zu den früheren hinzu. Die 27 Arten sind 4 Phacops, 6 Bronteus, 2 Lichas, 5 Proetus, 1 Harpes, 3 Cheirurus, 3 Odontopleura, 2 Cyphaspis, 1 unbestimmt. Schon anderweitig beschriebene sind darunter Phacops Hausmanni Brongn., Bronteus campanifer Beyr., B. palifer Beyr., B. angusticeps Barr. Beyr., B. umbellifer Beyr., Proetus concinnus Dalm. Beyr., Harpes ungula Sternb. Beyr., Cheirurus insignis Beyr., Ch. gibbus Beyr.; Odontopleura lacerata Barr. scheint O. vesiculosa Beyr. zu sein, Bronteus formosus Barr. vielleicht = B. pendulus Beyr.

Von Cephalopoden finden sich neben diesen Trilobiten nur einige wenige und selten vorkommende Arten, von denen keine an schon anderswoher beschriebene erinnert.

Statt der Cephalopoden sind die Brachiopoden überwiegend entwickelt mit ungefähr 40 Arten Terebratula, worunter T. (Atrypa) compressa und T. prisca, 5 bis 6 Leptaena, mehrere Orthis, worunter O. orbicularis?, und eine Lingula. Fast alle diese Brachiopoden kommen in einem weifsen Kalkstein zwischen den Dörfern Konieprus und Mnienian vor, welche Lokalität irrthümlich als Litten angegeben worden ist.

In demselben weifsen Kalkstein finden sich viele Gasteropoden-Arten, unter ihnen Euomphalus sculptus. Wie in der Etage *E* kommen Schichten vor, welche ganz aus Crinoideen-Stücken bestehen, darunter anscheinend eine vom Scyphocrinites elegans Zenk. verschiedene Art. Korallen sind in der Etage nicht selten, am häufigsten Calamopora-Arten, mit ihnen Retepora, Hemitrypa und andere.

Etage *G*. Den Gesteinen der mittleren Etage liegt in gleichförmiger Lagerung und durch allmälige Uebergänge verbunden der Kalkstein der obersten Etage *G*. auf. Er ist leicht kenntlich durch dickere Bänke und ein thoniges den tieferen Kalksteinen fremdes Ansehn; er sieht aus wie aus nierenförmigen Kalkstücken zusammengesetzt, welche durch Druck mehr oder weniger zermalmt und von einem feinen Thon eingehüllt wurden, der sie in einer sehr dünnen Lage umgiebt. Der Kalkstein ist dicht, von sehr verschiedenen Farben, bald röthlich, bald grau, bisweilen fast schwarz. An einigen Stellen liegen zwischen den Kalksteinbänken dünne Lagen eines dunklen sehr vollkommen blättrigen Schiefers. Anderwärts entwickeln sich solche Schiefer mächtiger auf Unkosten des Kalksteins, und bilden in demselben beträchtlichere Einlagerungen, wie in der Gegend von Chotecz und Hlubosep. Die Mächtigkeit der ganzen Etage ist mindestens gegen 200 Fufs.

Versteinerungen finden sich in dieser obersten Etage in viel geringerer Zahl, sowohl der Arten als der Individuen, wie in den unteren. Meist ist bei den Muscheln die Schale zerstört, und ihre Bestimmung in Folge davon unmöglich. Nur die Trilobiten finden sich wohl erhalten mit ihrer Schale.

Von 16 Trilobiten-Arten sind 5 Phacops, 4 Bronteus, 2 Cheirurus, 1 Cyphaspis, 1 Odontopleura, 3 Proetus. Als bekannte Namen finden sich darunter Phacops Haussmanni Brongn., P. protuberans Emmr., Cheirurus Sternbergi Beyr., Ch. gibbus Beyr., und Cyphaspis clavifrons? Dalm. Neben diesen Trilobiten fanden sich nur undeutliche Spuren von

Brachiopoden und einige unkenntliche Kerne von Orthoceratiten und Nautilen.

Im Vorhergehenden wurde eine Uebersicht der Gliederung des böhmischen Uebergangsgebirges, wie sie Herr Barrande annimmt, gegeben, ohne auf die Parallelen einzugehen, welche derselbe zwischen den böhmischen und den in England unterschiedenen silurischen Schichten ziehen zu können glaubt. Er hält seine untere Abtheilung der Formation für das jetzt sogenannte azoische System der Engländer, die mittlere Abtheilung für unter-silurisch und die obere für ober-silurisch. Gegen eine solche ganz allgemein gehaltene Parallele liefse sich nichts einwenden, wenn man zunächst von der Trennung des untersten versteinerungsleeren Theiles der Formation ganz absieht; es läfst sich in der That nicht daran zweifeln, dafs die trilobitenreichen Schiefer und Sandsteine, welche die Unterlage des böhmischen Kalksteins bilden, den unteren, der Kalkstein selbst den oberen silurischen Schichten Englands und Skandinaviens entsprechen. Aber jeder weitere Schritt ist Willkühr, und wenn Herr Barrande seine Etage *C* den Llandeilo flags, *D* dem Caradoc sandstone, *E* den Wenlock-Gesteinen, *F* den unteren Ludlow- und *G* den oberen Ludlow-Gesteinen gleichstellt, so liefern seine eigenen Angaben nichts weniger als einen Beweis für eine so specielle Uebereinstimmung. Keine einzige Schicht giebt es in Böhmen, trotz des gewaltigen Reichthums an organischen Formen, welche durch eine gröfsere Zahl vollkommen übereinstimmender Gestalten gleich beim ersten Blick als ident irgend einer Schicht anderer Gegenden erkannt werden könnte. Wir vermissen unter den böhmischen Trilobiten die gemeinsten und bezeichnendsten Arten der englischen, wie der skandinavischen und amerikanischen silurischen Bildungen; wir vermissen viele der ausgezeichnetsten und verbreitetsten Formen der Wenlock-Kalke Englands oder Gottlands. Alles trägt ein eigenthümlich lokales Gepräge, welches so weit geht, dafs verhältnifsmäfsig wenige der vielen böhmischen Petrefakten sich in Böhmen selbst schon an mehrern Orten, selbst nur in 2 verschiedenen Steinbrüchen desselben Gesteins gefunden haben. So findet sich z. B. kaum eine einzige der Trilobiten-Arten, welche zu Ginetz vorkommen, auch bei Skrey, während doch die Schichten beider Orte, nach Barrande selbst, in gleichem Niveau liegen. Wir sehen hier die ältesten organischen Formen sich ganz in derselben lokalen Ver-

schiedenheit entwickeln, die uns lange unerklärlich als eine Eigenthümlichkeit der jüngsten tertiären Faunen ansah.

Erfreulich wäre es gewesen, wenn Herr Barrande, statt nur Vergleichungen mit englischen Schichten anzustellen, seine eigenen Beobachtungen über das kleine Centrum Böhmens hinaus auch auf die umgebenden Gebirgssysteme, namentlich das Fichtel- und Erzgebirge ausgedehnt hätte. Wir wissen, daß in diesen Gebirgen Schiefer mit Graptolithen, welche wir deshalb für silurisch halten müssen, eine weite Verbreitung haben; wir wissen, daß in den Grauwacken bei Planschwitz eine ausgezeichnete devonische Fauna eingeschlossen ist; aber wir wissen nichts darüber, wie diese silurischen und devonischen Schichten gegen einander werden zu begrenzen sein, und wir wissen nicht, wie sich die Kalksteine der Gegend von Hof, welche zum Theil wenigstens noch den obersten silurischen Kalksteinen Böhmens parallel stehen dürften, zu jenen zwei zu unterscheidenden Schichtenfolgen verhalten mögen. Hier ist der Beobachtung noch ein großes Feld offen, dessen Bearbeitung vielleicht leichter und sicherer möglich sein wird, wenn durch spezielleres gründlich ausgeführte Arbeiten das böhmische Centralgebirge genauer wird bekannt geworden sein.

Ganz unbefriedigend und unklar sind die Angaben Barrande's über das Verhalten des untersten versteinerungsleeren Theiles des böhmischen Uebergangsgebirges, seines vermeintlichen azoischen Systems, zu den umgebenden krystallinischen Gesteinen, Granit und Gneuß, welche die Basis der ganzen Formation sein sollen. Murchison gelangte in Skandinavien zu der Ueberzeugung, daß die dort so ausgedehnten Massen von Gneuß und Glimmerschiefer, und überhaupt alle krystallinisch-schiefrigen für metamorphisch angesehenen Gesteine als primitive Massen, d. h. in ihrer jetzigen petrographischen Gestalt schon vorhanden, die Unterlage abgaben für die ältesten bekannten versteinerungsführenden Gebilde; er schließt daher, daß jene Gesteine, man mag ihre Entstehung beurtheilen wie man wolle, zu einer Zeit gebildet wurden, in welcher organische Körper, so viel uns bekannt, noch nicht existirten, und er nennt sie von diesem Gesichtspunkt ausgehend, azoisch. Ein solches azoisches Gebirge ist demnach nichts anders, als das alte schiefrige Urgebirge der deutschen Geognosie und das neue, nichts erklärende

und die Theorie von der Entstehung jener Gesteine in nichts weiter führende Wort ist in Deutschland überflüssig. Es fragt sich nur, ob wir überhaupt annehmen dürfen, wie jetzt auch unsere sächsischen Geognosten von ganz anderen Gesichtspunkten als Murchison ausgehend glauben, dafs die krystallinisch-schiefrigen Gesteine überall als ein wahres Urgebirge vor Ablagerung der ältesten versteinerungsführenden Schichten ihre Entstehung erhielten. Bei Beantwortung dieser Frage werden für uns in Zukunft die Verhältnisse der Uebergangsformation im centralen Böhmen gewifs ein Hauptanhaltspunkt werden; aber nicht den Weg, welchen Herr Barrande einschlug, darf man betreten. Der Gneufs, welcher nie von den übrigen krystallinisch-schiefrigen Gesteinen getrennt werden darf, kann nicht, wie Herr Barrande annimmt, in Verbindung mit dem Granit ein Grundgebirge bilden, auf welchem sich dann die übrigen krystallinisch-schiefrigen Gesteine als Basis des Uebergangsgebirges (Etage *A*) absetzten. Man würde, einfach die Darstellung Barrande's annehmend, die Grenze des Ur- und Uebergangsgebirgs zwischen seine Etagen *A* und *B* verlegen können, wenn die ganze Vorstellung von der regelmäfsigen muldenförmigen Lagerung der Formation naturgemäfs und richtig ist. Unmöglich aber ist es zu glauben, dafs die Uebergangsgesteine des centralen Böhmens, ohne in ursprünglichem continuirlichem Zusammenhang mit anderen gleichzeitig gebildeten Massen zu stehen, die meilendicke Becken- oder Mulden-Ausfüllung eines ringsum abgeschlossenen Loches im Urgebirge bildeten.

E. Beyrich.

## 8.

**Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie von G. Bischof. Band I. Bonn 1847. A. Marcus.**

Der Verfasser, welcher schon durch seine Untersuchungen der Mineralquellen, der Kohlensäure-Ausströmungen, durch das bekannte Werk über die Erdwärme, durch die Erläuterung über die Bildung der Quarzgänge, seine Beschäftigungen in dem Gebiete der Geologie nachgewiesen hat, übergiebt gegenwärtig dem Publicum ein Lehrbuch der Geologie, dem er für nöthig gefunden hat durch den Zusatz chemisch und physikalisch ein Unterscheidungs-Merkmal von den übrigen Lehrbüchern der Geologie zu geben, deren die letzte Zeit so viele geliefert hat. Eine solche Unterscheidung ist übrigens wohl zu billigen, da dieses Lehrbuch der Geologie Gegenstände ausführlich erörtert, welche in den meisten andern Lehrbüchern der Geologie nur kurz berührt oder kaum erwähnt sind und die dennoch als die Grundlage einer ganzen Reihe geologischer Untersuchungen angesehen werden müssen. Es verfolgt dieses Lehrbuch seinen eigenen Weg und ist neben allen übrigen zum Studium der Wissenschaft unentbehrlich. Der Herr Verf. rechtfertigt die Wahl des Titels durch die Bemerkung, dafs unsere Erde ein grofses chemisches Laboratorium sei, worin seit der Schöpfungsperiode ununterbrochen chemische Processe von statten gehen und so lange von statten gehen werden, als sie ihre Bahn um die Sonne beschrieben wird.

Bei den raschen Fortschritten, welche alle Naturwissenschaften in der neuesten Zeit fortdauernd machen, ist es nothwendig, dafs sie aus der Absonderung, in der sie oft lange neben einander hergehen, heraustreten, dafs sie, eine jede diejenigen Aufklärungen in sich aufnehmen, welche ihnen durch die neuesten in anderen Gebieten angestellten Forschungen dargereicht werden. Die einzelnen Zweige der Naturwissenschaften sind einer solchen Unterstützung in verschiedenem Grade bedürftig; aber nicht leicht wird es eine geben, die derselben in einem höheren Grade bedarf als grade die Geologie, welche ihrem Gegenstande nach so in die Mitte beinahe aller naturwissen-

schaftlichen Disciplinen gestellt ist, dafs die Resultate derselben von einem unmittelbaren Einflusse auf sie werden. Aeufsere Umstände können in diesen Verhältnissen die Fortschritte einer Wissenschaft lange Zeit aufhalten, verzögern. Das Gebiet der Geologie ist so grofs und erweitert sich durch die Thätigkeit der Geognosten in einem solchen Maafse, dafs grade von diesen die Bearbeitung derjenigen Fragen, welche mit der Chemie in dem engsten Zusammenhange stehen, um so weniger erwartet werden kann, als sie durch die Wichtigkeit der fossilen organischen Ueberreste in den Gebirgslagen nach einer andern Seite hin der Botanik und Zoologie zugewendet werden.

Um so wichtiger und dankenswerther erscheint es daher, wenn ein Chemiker, wie der Herr Verf. es unternimmt, grade diese für die Geologie so sehr wichtigen Fragen einer besonderen Bearbeitung zu unterwerfen und dabei nicht blos die chemische Seite derselben einseitig auffafst, sondern sie im Zusammenhange geologischer Verhältnisse fortdauernd betrachtet. Es kann nicht fehlen, dafs eine solche Bearbeitung reiche Früchte für die Geologie trägt, wenn sie auch nicht umhin kann, nach vielen Seiten hin Widerspruch hervorzurufen, indem sie Ansichten bekämpft, welche seit längerer Zeit sich eine Geltung in der Geologie erworben hatten. Aber grade ein solcher Widerspruch fördert die Wissenschaften, indem er zu neuen Arbeiten, Untersuchungen, Beobachtungen Veranlassung giebt. Auch in dieser Beziehung ist von dem vorliegenden Lehrbuche ein erfreulicher Erfolg für die Geologie zu erwarten. In vielen Untersuchungen ist eine neue Bahn gebrochen, die gewifs weiter verfolgt werden und mit den auf ihr gewonnenen Resultaten die Wissenschaft bereichern wird.

Gehen wir näher auf den Inhalt des 1sten Bandes ein, so ist zu bemerken, dafs der 1ste Abschnitt von dem Laufe der Gewässer auf und in der Erde handelt. Wir finden hier ausführliche Erörterungen über die Entstehung, den unterirdischen Lauf und das Hervorkommen der Quellen; über die Quellen, welche aus versinkenden Bächen und Flüssen entstehen. Ueber diesen Gegenstand hat der Herr Verf. viele Beobachtungen an dem westlichen Abhange des Teutoburger Waldes und an dem nördlichen Abhange der Haar angestellt, welche in einer übersichtlichen Zusammenstellung vorgetragen sind. Der Zusam-

menhang dieser Erscheinungen mit den trocknen Dörfern bei Paderborn, welche schon oft die sorgfältige Aufmerksamkeit der Staatsverwaltung auf sich gezogen haben, wird nachgewiesen. Das Verhältnifs der periodischen und der permanenten Quellen in der Nähe der versiegenden Flüsse wird auseinander gesetzt. Ferner werden die Quellen, welche durch Schmelzen des Eises und Schnee's der Gletscher entstehen, welche am Abhange der Gebirge aus Spalten oder auf wasserdichten Unterlagen ausfliefsen, betrachtet. Von grofsem Interesse sind die beiden Abschnitte: Quellen, welche aus der Tiefe aufsteigen und Artesische Brunnen. Der Herr Verf. gelangt zu dem Resultate, dafs aufsteigende Quellen nicht möglich sind, wo die geschichteten Gebirge in ihrer ursprünglichen Horizontalität beharren, dafs sie aber da entstehen, wo diese ursprüngliche Horizontalität durch Hebung oder Zerreifsung gestört werden, dafs sie in den ungeschichteten Gebirgen als Seltenheiten zu betrachten sind.

Dann werden die Temperaturverhältnisse der Quellen einer sehr ausführlichen Betrachtung unterworfen, wobei die Abtheilungen festgehalten sind, welche in den vorhergehenden Bemerkungen zum Anhalten gedient haben. Nachdem der Herr Verf. die Verhältnisse erklärt hat, welche die niedrige Temperatur der Brunnen in der Nähe eines Flusses herbeiführen, wie in dem Wilhelmsbrunnen auf der Saline Neusalzwerk bei Rehme, zeigt derselbe, dafs regelmäfsige Temperatur-Beobachtungen der beim Bergbau aus den Gruben gehobenen Wasser zu Schlüssen über die Herkunft derselben führen können. Dadurch würde der Nachweis erhalten werden, ob benachbarte Flüsse und Bäche Zuflüsse liefern oder nicht. Würde ein solcher Zufluſs erkannt, so könnte die Frage aufgeworfen werden, ob der Bach nicht abgeleitet, oder wenigstens sein Bett auf wasserdichte Schichten gelegt werden könnte. Eine solche Verlegung dürfte häufig mit geringeren Kosten verknüpft sein, als der ununterbrochene Betrieb einer Dampfmaschine, welche das eingedrungene Wasser hebt. Solche Beobachtungen können auch bei Bohrversuchen nach Steinsalz Winke geben, wo es zu suchen sei, daher in dieser Beziehung geognostische Beobachtungen und Untersuchungen ergänzen.

Von Wichtigkeit sind die Betrachtungen über die warmen Gebirgsquellen; es können eigentliche warme Quellen in Gebirgen entstehen, wenn die in höheren Regionen

in die innere Masse der Gebirge dringenden Meteorwasser langsam herabziehen, auf diesem Wege sich nach und nach erwärmen und am Fufse ausfliefsen. Die warmen Quellen zu Leuck sind gewählt, um dies an einem Beispiele auseinander zu setzen. Die wärmste dieser Quellen hat eine Temperatur von 41°,5; das Gebirge steigt im Balmhorn 7140 Fufs über Leuck an und es wird daher hoch über eine durch Leuck gezogene Horizontale im Innern des Gebirges eine Temperatur von 41°,5 herrschen, so dafs das von den Gletschern abschmelzende und in das Gebirge eindringende Wasser bis zu dieser Temperatur erwärmt werden kann. Aus der Art und Weise des Hervorquellens der warmen Quellen zu Leuck läfst sich nicht mit Bestimmtheit schliefsen, ob sie diesen Ursprung haben, oder ob es aufsteigende Quellen sind. Aber es ist gewifs, dafs ihre Temperatur nicht bedingt, dafs sie aus einer grofsen Tiefe hervorbrechen, indem sich die Bedingungen zu ihrer Erwärmung bereits über dem Horizonte von Leuck finden. Aehnliche Betrachtungen sind über die warme Quelle zu Warmbrunn am Fufse des Riesengebirges angestellt, aus denen hervorgeht, dafs dieselbe wahrscheinlich den aufsteigenden Quellen zugerechnet werden mufs.

Die Temperatur-Verhältnisse der aufsteigenden Quellen lenken die Betrachtungen vielfach auf die Soolquellen und es ist diese Gelegenheit benutzt, um die Verhältnisse derselben und ihre Werkstätten, ihren Zusammenhang mit Steinsalzlagern näher zu entwickeln. Die Verhältnisse der Soolquellen von Königsborn bei Unna, Werl, Sassendorf, Westernkotten, Salzkotten werden ausführlich erörtert, die Wahrscheinlichkeit ihrer Ableitung aus einem Steinsalzlager, oder aus einem schwachen weit verbreiteten Salzgehalte des Kreidemergels, aus dem sie hervortreten, untersucht. Die Beobachtungen über diese Quellen sind vielleicht nicht umfassend genug, um den Schlüssen und Folgerungen denjenigen Grad von Schärfe und Genauigkeit zu geben, deren sie sonst fähig sind. Es bleibt zu wünschen, dafs Untersuchungen, welche wie die vorliegenden zeigen wie wichtige Schlüsse aus den Beobachtungen der Quellentemperaturen gezogen werden können, Veranlassung werden mögen, dafs umfassendere und genauere Beobachtungen über alle diese in einer Reihe liegenden Soolquellen angestellt und auch über die in ihrer Nähe hervorkommenden Süfswasserquellen ausgedehnt werden, denn nur dadurch wird es möglich, ihre Entstehung, ihren Lauf, die

Wahrscheinlichkeit, ihre Ableitung aus einem Steinsalzlager genauer und schärfer bestimmen zu können, als es bisher möglich gewesen ist. Es ist dies durch eine nähere Entwicklung des zwischen der Temperatur und dem Salzgehalte der Páder-Quellen stattfindenden Zusammenhanges recht anschaulich gemacht.

Wenn es auch gewifs ist, dafs die Temperaturzunahme der Erdschichten nach dem Innern hin im Allgemeinen nicht durch Bohrlöcher zu bestimmen ist, indem dabei so viele Umstände eintreten, welche das Resultat abändern, so sind auch anderer Seits Verhältnisse vorhanden, unter denen grade diese Resultate ein hohes Interesse erhalten. Der Herr Verf. zeigt, dafs sich aus dem Bohrloche zu Neusalzwerk eine Temperaturzunahme von 1° R. auf 114,7 Par. Fufs ergiebt; aus dem Bohrloche zu Pregny 114,8 Par. Fufs; aus dem Bohrloche zu Grenelle 117,9 Par. F.; aus dem Bohrloche zu Mondorf (Luxemburg) 113,9 Par. F.; woraus sich als Mittel 115,325 Par. F. ergiebt, also genau derselbe Werth, welchen der Herr Verf. früherhin aus den Beobachtungen in Cornwall, in Rüdersdorf und am Ural als Mittel zu 115 Par. F. entwickelt hatte — also 1° Centes. Zunahme auf 92 Par. F. Aus dieser Uebereinstimmung, welche nicht als ein Zufall betrachtet werden kann, folgt, dafs die aufsteigenden Quellen in diesen Bohrlöchern aus derjenigen Tiefe hervorkommen, in der sie getroffen worden sind und demselben nicht durch Klüfte aus gröfseren oder geringeren Tiefen zugeführt werden.

Die Temperaturbeobachtungen der in Bohrlöchern aufsteigenden Quellen während der Bohrarbeit selbst sind ein treffliches Mittel, um die Lage wasserdichter und wasserdurchlassender Schichten kennen zu lernen; während eine wasserdichte Schicht durchbohrt wird, nimmt die Temperatur der aufsteigenden Quelle nicht zu, sondern bleibt sich mit geringen Schwankungen gleich. Durchdringt aber das Bohrloch die wasserdichte Schicht, so ist eine um so schnellere Zunahme der Temperatur bei vermehrter Menge der aufsteigenden Quellen zu bemerken. Es ist klar, dafs je nach der Structur der durchbohrten Schichten mancherlei Modificationen in den betrachteten Verhältnissen eintreten können; immer werden aber Beobachtungen der Temperatur und der Menge der ausfliefsenden Gewässer genügende Mittel an die Hand geben, auf die Natur und Structur der durchbohrten Schichten zu schliefsen. Diese Verhältnisse dienen zur Controlle dessen, was beim Bohren

unmittelbar wahrgenommen wird. In Bezug auf das Vorkommen des Steinsalzes bei Neusalzwerk bemerkt der Hr. Verf., dafs sich unter der Sohle des Bohrloches ein Lager desselben befinden könne, welches bis jetzt noch unberührt geblieben ist. Die bisherigen Bohrversuche auf Steinsalz zeigen, dafs schon lange vorher, ehe man auf dasselbe kommt, die Gesteinschichten anfangen salzig zu werden, und dafs dieser Salzgehalt in der Regel mit Annäherung zum Steinsalze zunimmt.

Die Entstehung schwacher Soolquellen aus salzhaltigen Gebirgsarten wird unter Zugrundelegung der Erscheinungen, welche in den Sinkwerken der östreichschen und baierschen Salzwerke in den Alpen statt finden, erläutert. Nicht blofs der Westphälische Kreidemergel enthält Salz, sondern es ist auch in geringer Menge in vielen Kalksteinen, in dem Keupermergel aus der Nähe von Neusalzwerk vorhanden. Es ist keine Frage, dafs man in den meisten sedimentären Gebilden wenigstens Spuren von Chlorüren finden wird, wenn sich nur die Aufmerksamkeit der Chemiker darauf richtet, und dafs daher der Ursprung schwacher Salzsoolen aus ihrer Auslaugung erklärkt werden kann. In sehr vielen Beziehungen ist es nothwendig, dafs bei der chemischen Untersuchung von Gebirgsarten die in geringen Mengen und als Spuren darin vorkommender Substanzen nicht übersehen werden. Die Ermittelung, ob sie vorhanden sind, ist leicht ausführbar, von grofser Wichtigkeit und sollte deshalb immer vorgenommen werden. Auf quantitative Verhältnisse kann es dabei nicht ankommen. Das vorliegende Werk zeigt an einer Menge von treffenden Beispielen, in welchem Maafse die Kenntnifs von den fein zerstreut in den Gebirgsarten vorkommenden Substanzen zur Erklärung vieler Erscheinungen führt, deren Grund bisher nach einer ganz anderen Seite gesucht worden ist.

An den Beispielen von Artern und Stafsfurth wird nachgewiesen, dafs Salzquellen in den Steinsalzlagern hervortreten können, ohne ihren Ursprung aus diesen mächtigen Lagern zu nehmen, sondern aus den oberen salzhaltigen Schichten. Ein reiches Material zu diesen Betrachtungen hat die Abhandlung des Herrn Berghauptmann Martins über das Verhalten der Soolquellen in der Provinz Sachsen geliefert; ich kann hierbei nicht unerwähnt lassen, dafs der Aufsatz über die Aufsuchung des Steinsalzes in den Niedersächsisch-Thüringischen Provinzen (Archiv XVI. S. 541), welcher vielfach angeführt wird, nicht von mir, son-

dern von dem Herrn Karsten herrührt. Von grofsem Interesse sind die Betrachtungen über die Soolquellen in dem Salzthale bei Artern, worin der weitere Zusammenhang nachgewiesen wird, in dem der unterirdische Lauf der Gewässer mit dem Hervortreten einzelner Quellen steht. Unzählige Klüfte einer mit Wasser erfüllten Schicht, in einer Tiefe von 300 bis 450 Fufs unter der Oberfläche, bilden die Werkstätte jener Soolquelle, deren Ausflufsmenge zwar bei Regengüssen und in der ersten Jahreszeit durch vergröfserte Druckhöhe vermehrt wird, aber ohne Einflufs auf ihre Temperatur und Salzgehalt.

Der 2te Abschnitt handelt von den festen und gasförmigen Bestandtheilen der Quellen und führt uns in ein Gebiet, dem der Hr. Verf. durch zahlreiche Versuche eine grofse Wichtigkeit für die Geologie gegeben und Betrachtungen angeregt hat, welche bei weiterer Entwickelung einen immer gröfseren Einflufs sich in dieser Wissenschaft ohne Zweifel erwerben werden. Der Grundsatz von Plinius: tales sunt aquae, quales sunt terrae, per quas fluunt, steht an der Spitze dieser Betrachtungen. Dieser hat das Verhältnifs der Quellen und der Mineralquellen richtig bezeichnet, während bis in die neuesten Zeiten abentheuerliche Hypothesen immer von Neuem aufgesucht sind, welche sich theils auf die Quellen überhaupt, theils auf Mineralquellen insbesondere beziehen. Der Unterschied zwischen süfsen und Mineralquellen ist kein wissenschaftlicher; es giebt viele allgemein als mineralische anerkannte Quellen, welche weniger feste Bestandtheile enthalten, als die meisten Brunnenwasser; der Gehalt an festen Bestandtheilen steht weder mit der Temperatur, noch mit dem Gehalte an Kohlensäure in Verhältnifs.

Die Durchdringbarkeit der Gesteine vom Wasser, verschieden von der das Wasser durchlassenden Beschaffenheit der Gebirgsmassen, führt zu interessanten Erörterungen. Es wird gezeigt, wie die meisten, auch die scheinbar am dichtesten krystallinischen Gesteine vom Wasser durchdringbar sind. Es wird bereits hier darauf hingewiesen, dafs diese Durchdringbarkeit mit der Verwitterung, Zersetzung der Gesteine in einem innigen Zusammenhang steht; dafs das Brausen mit Säuren auf Bruchflächen ganz im Innern des Gesteins davon herrühre; in dem Kalkspath im Innern dieser Gesteine nicht ursprünglich vorhanden sein könne. Gewifs ist es, dafs in sehr vielen, ja auch wohl in den meisten Fällen der Kalkspath in diesen Gesteinen

aus einer Zersetzung derselben durch das Eindringen Kohlensäure haltenden Wassers hervorgegangen ist, und also der Schlufs, dafs das Vorhandensein von Kalkspath das Eindringen des Wassers erweise. Dagegen dürfte es wohl zu viel behauptet sein, dafs Kalkspath in diesen Gesteinen nicht ursprünglich vorhanden sein kann. Wenn in solchen Gesteinen gar keine Spuren von Zersetzung vorhanden sind, wenn das Eisenoxydul des Augites nicht in Eisenoxydhydrat umgeändert ist, wenn der Labrador ursprünglichen Glanz, Härte, Theilbarkeit nicht verloren hat, wenn die Farbe des Gesteins grünlich grau bis schwarz ohne alle eintretende Unterschiede ist, und nun doch nicht eine sehr geringe Menge, sondern eine sehr grofse Menge krystallinischen mit den übrigen Mineralien in einer gleichmäfsigen körnigen Zusammenverwachsung stehenden Kalkspaths oder Eisenoxydul-Carbonats darin enthalten ist, so scheint die Frage nicht mehr gestellt werden zu dürfen, ob diese Mineralien zu den das Gestein ursprünglich constituirenden gehören können, sondern nur auf welche Weise dieses Zusammenvorkommen zu erklären sei. Der Widerspruch, der hier gegen eine ziemlich allgemein verbreitete Ansicht vorgetragen ist, nöthigt aber zu einem gründlichen Studium der Erscheinung selbst und wird hoffentlich auch den Erfolg haben, dafs die krystallinischen Gesteine auf den Gehalt an Carbonaten geprüft werden, und dafs namentlich darauf Aufmerksamkeit verwendet wird, ob sie übrigens Spuren irgend einer Zersetzung zeigen, denn das blofse Auftreten der Carbonate in ihnen kann als eine solche noch nicht betrachtet werden.

Bei der Zersetzung der krystallinischen Gesteine ist es übrigens sehr auffallend, wie ungleichförmig dieselbe stattfindet; bald finden sich ganz dieselben Gesteine kaum mit dünnen Verwitterungsrinden an der Aufsenseite überzogen; bald ist eine vollständige Auflösung tief in das Innere ganzer Berge eingedrungen, und zwar in unmittelbarer Nähe und unter denselben Umständen. Hier müssen offenbar noch andere Kräfte thätig gewesen sein, als die Durchdringung des Wassers, welches Kohlensäure enthält. Wenn auch dieses dabei thätig gewesen ist, so ist seine Zuleitung zu bestimmten Partien des Gesteins durch Verhältnisse geregelt gewesen, welche gegenwärtig nicht mehr statt finden, und durch ihre Wirkungen sich noch erkennen lassen.

Die Entwicklungen von Kohlensäuregas finden sich besonders in Gegenden, wo erloschene Vulkane, Basalt vor-

handen sind, aber auch da, wo neptunische Formationen gehoben und aufgerichtet, so zerspalten wurden, dafs dem austretenden Kohlensäuregase der Weg gebahnt wurde. Bemerkenswerth ist es, dafs alle diese Gasentwickelungen in dem vulkanischen Gebiete der Eifel und des Laacher See's, obgleich in der Nähe der Basalte, Laven, Tuffe aller Art, dennoch an keinem Punkte aus diesen vulkanischen Gesteinen selbst, sondern überall aus dem allgemeinen Grundgebirge des Landes, aus der Grauwackenformation hervortreten. Dieſs gilt auch für die entfernteren Punkte von Godesberg und Roisdorf. Wo es nicht unmittelbar sichtbar ist, dafs diese Gas-Exhalationen aus der Grauwacke und Thonschiefer hervortreten, da sind es theils die Quellenabsätze selbst oder die flachen Kiesbedeckungen der Bäche, welche diese Wahrnehmung hindern, aber nirgend ist ein Punkt bekannt, wo nicht mit Gewifsheit oder mit hoher Wahrscheinlichkeit unter diesen wenig mächtigen Gebilden, in denen der Sitz der Gas-Exhalation nicht gesucht werden kann, das Vorkommen der Grauwackenformation anzunehmen ist. Also aus diesem Gebilde und keinem andern treten diese Entwickelungen von Kohlensäure-Gas hervor. Es können mechanische Schwierigkeiten sein, welche deren Entwickelung aus den weit verbreiteten Gebilden von vulkanischem Tuffe verhindern; schwer ist es aber einzusehen, warum sie nicht aus den so vielfach zerklüfteten Basalten, Phonolithen, hervortreten; noch schwieriger, warum sie nicht auf den Grenzen dieser emporgedrungenen Gesteine und der Grauwacke hervortreten, wo die gröfste Auflockerung des Zusammenhanges, die durchgreifendste Zerspaltung zu suchen sein dürfte. Diese merkwürdige Thatsache fordert offenbar eine Erklärung, welche durch den Nachweis, dafs die vulkanischen Gesteine in ihrer Zersetzung die Bestandtheile der Mineralquellen liefern, nicht geboten wird.

Vielfache Vergleichungen, welche zwischen den Mineralquellen und den Soolquellen angestellt werden, bestätigen immer die Ansicht, dafs schwache Soolquellen aus salzführenden Schichten nicht aus Steinsalz entstehen. Alle Mineralquellen sind weit davon entfernt, gesättigte Auflösungen derjenigen Substanzen darzustellen, welche sie überhaupt enthalten. Aber diese Substanzen sind auch in den Gebirgsarten nur in geringer Menge enthalten, und werden nur durch Zersetzung allmälig daraus ausgeschieden, um in die Lösung der Mineralquellen überzugehen.

Das Kohlensäuregas ist nicht im Stande, die Temperatur der Quellen zu erhöhen; die höhere oder niedere Temperatur der Säuerlinge hängt, wie bei allen Quellen, von dem tiefern oder weniger tiefen Eindringen der Gewässer in die Erdrinde ab; süfse Quellen können daher sehr viel wärmer sein, als Kohlensäuerlinge. Die Kohlensäure kann vom Heerde ihrer Entwickelung bis zur Oberfläche nicht ohne vorhergegangene Absorption durch Wasser gelangen, denn alle Spalten sind damit erfüllt, sonst würden sie eine höhere Temperatur mitbringen.

Dafs die Kohlensäure-Exhalationen nicht aus den Steinkohlen, nicht aus den Braunkohlen entwickelt werden, ist so vollständig nachgewiesen, dafs diese Ansichten sich wohl nicht mehr geltend machen werden. Ihr Sitz ist unter der Grauwackenformation. Es ist ein allgemeines, weit verbreitetes Phänomen, welches sich natürlich nur da zeigen kann, wo Kanäle bis zum Heerde der Entwickelung reichen. Ueberall wird man auf diese Exhalationen kommen, wo man nur im Stande wäre, durch Bohrlöcher eine Verbindung zwischen dem Heerde und der Erdoberfläche herzustellen.

Die Kohlensäure dieser Exhalationen, welche fortdauernd der Atmosphäre zugeführt wird, mufs auf eine andere Weise verbraucht werden, als durch die organische Schöpfung, denn diese erhält ein bestimmtes Maafs von Kohlensäure nur in einem Kreislaufe, wenn nicht eine Anhäufung von Kohlensäuregas in der Atmosphäre entstehen soll, die bald einem grofsen Theil der Organismen ein Ende machen, sie von der Erdoberfläche verschwinden machen würde. Diese Kohlensäure wird verbraucht, um allmälig die Salzbasen, Kalk, Magnesia, Alkalien aus den krystallinischen Gesteinen auszuscheiden und sich mit ihnen zu Carbonaten zu verbinden.

Der Ursprung der Kohlensäure-Exhalationen wird auf eine Wirkung Kieselsäurehaltiger Gesteine auf Kalk-Carbonat in der Glühhitze in der Tiefe der Erde zurückgeführt. Die Schwierigkeiten, welche sich dieser Ansicht entgegenstellen, werden dabei nicht verkannt, aber das Resultat gefunden, dafs dieser Vorgang die meiste Wahrscheinlichkeit für sich habe.

Die zweite Hälfte des ersten Bandes geht nun auf die Stoffe ein, welche von Gewässern und besonders von Quellen aufgelöst werden, auf die Bestandtheile der Quelle, und beschäftigt sich vorzugsweise mit denjenigen Proces-

sen, wodurch jene Stoffe aus Gebirgsgesteinen und aus Erden ausgeschieden werden. Sie ist für die Geologie von noch gröfserer Wichtigkeit als die erstere und behandelt vielfach die Bildung solcher Mineralkörper, welche bisher zu den verschiedenartigsten Ansichten geführt hat, wie des Flufsspaths, des Gipses, des Schwerspaths, in einer Weise, die wenn auch nicht überall ein Einverständnifs darüber herbeiführen, dennoch die folgenden Untersuchungen auf andere als die bisher betretenen Wege leiten und die endliche Lösung der Frage vorbereiten wird. Es ist hiermit ein Anstofs gegeben, auf eine neue Weise die chemische Untersuchung zur Berichtigung und Feststellung geologischer Ansichten zu benutzen. Der Zusammenhang, welcher überall zwischen der Zersetzung von Gebirgsarten, den Bestandtheilen der Quellen und dem Absatze neuer Mineralwasser, so wie dem Gehalte des Meerwassers an festen Bestandtheilen nachgewiesen ist, wird zu einer neuen Reihe chemischer Arbeiten führen, um entweder die Ansichten des Herrn Verf. zu bestätigen oder zu widerlegen. Wie nun auch weitere Fortschritte das Endurtheil gestalten mögen, immer bleibt dem Herrn Verf. das Verdienst, den Grund dazu gelegt zu haben.

Die Gruppe der Mineralquellen des Laacher-See-Gebietes ist in Bezug auf die festen Bestandtheile, welche dieselben enthalten, einer ausführlichen Betrachtung unterworfen. Basalt oder basaltische Gesteine liefern diesen Mineralquellen Kalk und Natron. In krystallinischen Gesteinen giebt es viele Fossilien, welche durch ihre Zersetzung mittelst kohlensaurer Gewässer die am häufigsten vorkommenden Bestandtheile der Mineralwasser geben. Diese Fossilien sind zusammengestellt und dabei angegeben, welche Mengen von kohlensauren Alkalien (Natron, Kali), Erden (Kalk, Magnesia), Metalloxyden oder Fluor sie bei vollständiger Zersetzung gröfstentheils im Maximum, oder auch im Minimum liefern. Diese Uebersicht zeigt, welche Fossilien den einen oder den andern Bestandtheil vorzugsweise zu liefern im Stande ist.

Es wird nun der Ursprung des Kali und Natron; des Eisens und Mangans; des Kalks so wie der Magnesia in den Quellen nachgewiesen. Das Kali gehört zu den seltenern Bestandtheilen der Quellen, es ist da, wo es vorkommt, in geringerer Menge gegen Natron vorhanden. Die schwere Zersetzbarkeit des Orthoklas genügt nicht, diese Erscheinung zu erklären. Bei vielen Quellen mag ein ge-

ringer Gehalt an Kali bisher übersehen worden sein, wie an dem Beispiele der Carlsbader Quellen auf eine sehr überzeugende Weise dargethan wird. Einige Anomalien treten hier noch hervor, wie das Wasser aus dem Bohrloche von Grenelle, welche weitere Untersuchungen erfordern. Strontian und Baryt; Strontian ist sehr oft in geringen Mengen in den Quellen nachgewiesen und in einer noch viel gröfseren Anzahl mag es übersehen worden sein; Baryt ist dagegen erst in einer geringen Anzahl von Fällen aufgefunden, obgleich er viel häufiger und in viel gröfserer Menge auftritt. Auch hier wird gezeigt, dafs er bisher sehr häufig der Untersuchung habe entgehen können. Strontian ist bereits im Basalt nachgewiesen, Baryt noch nicht unmittelbar durch die Analyse. Durch die Schlufsfolge, zu der der Herr Verf. über das Vorkommen der secundären Mineralien und über die Ableitung ihrer Bestandtheile gelangt ist, hält er sich jedoch berechtigt zu schliefsen, dafs Baryt in einigen Mandelsteinen (Schiffenberg bei Giefsen, Oberstein) enthalten sei.

Sehr ausführlich werden die so merkwürdigen barythaltigen Manganerze behandelt und daraus ebenfalls der Schlufs gezogen, dafs die Gebirgsarten, in denen sie vorkommen, Baryt enthalten. Höchst interessante Bemerkungen kommen hierbei über die Bildung der Manganerze überhaupt und ihrer Lagerstätte vor. Als Resultat der Betrachtungen über das Vorkommen der Carbonate in Quellen ergiebt sich, dafs die Carbonate des Kalks, der Magnesia, des Eisen- und Manganoxyduls in allen Quellen sich finden, sie mögen aus krystallinischen oder sedimentären Gebirgen entspringen, die Carbonate der Alkalien sind dagegen auf die aus krystallinischen Gebirgen hervorkommenden Quellen beschränkt.

Unter den Haloidsalzen stehen die Chlorüren oben an, unter diesen das Chlornatrium, was kaum in irgend einer Quelle fehlt. Es zeigt sich nicht blos in denjenigen Quellen, welche aus dem sedimentären Gebirge entspringen, worin die Anwesenheit des Steinsalzes bekannt, oder ein wenn auch nur geringer Gehalt von Kochsalz nachgewiesen ist, nicht blos in denjenigen, welche aus so grofser Tiefe heraufkommen, dafs über die Beschaffenheit der Gebirgsarten, worin sie ihre Werkstätte haben, kein sicheres Urtheil gefällt werden kann; sondern auch in solchen, die unzweifelhaft aus bekannten krystallinischen Gebirgsarten, Granit, Gneis, Trachyt, Basalt, Mandelstein ihre

Bestandtheile entnehmen. Diese müssen daher Chlorüre, vorzugsweise Chlornatrium enthalten, eine unerschöpfliche Quelle desselben, um die kleinen Quantitäten zu liefern, welche in den abfliefsenden Gewässern enthalten sind. Die Anwesenheit des Chlors ist aber auch in sehr vielen Gebirgsarten unmittelbar nachgewiesen, ebenso in vielen Mineralien, welche in krystallinischen Gebirgsarten vorkommen. Es ist gar nicht zu bezweifeln, dafs sich dieser Stoff auch noch in vielen andern Mineralien, welche hier grade von Wichtigkeit sind, finden wird, da der gewöhnliche Gang der chemischen Analysen von der Art ist, dafs derselbe dabei nicht aufgefunden werden konnte. Die grofse Wichtigkeit, welche der wenn auch nur geringe geringe Gehalt dieses und ähnlicher Stoffe in den Mineralien hat, wird hoffentlich dahin führen, dafs sich die Aufmerksamkeit bei chemischen Analysen immer mehr darauf richtet und nicht blos die Aufstellung einer Formel berücksichtigt.

Sehr vollständig bearbeitet ist das Vorkommen der Fluorüre behandelt, eine Menge von interessanten Beobachtungen und Erfahrungen sind auf eine Weise zusammengestellt, dafs die Bildungsweise des Flufsspaths, der vorzugsweise sich findenden Fluorverbindung daraus recht anschaulich hervorgeht. Als Hauptresultate ergeben sich folgende: die fluorhaltigen Glimmer (weniger die fluorhaltigen Hornblenden) scheinen diejenigen ursprünglichen Fluorverbindungen zu sein, woraus die übrigen ihren Fluorgehalt abgeleitet haben. Der meiste, wenn nicht aller Flufsspath rührt von zersetzten fluorhaltigen Gesteinen her, und er ist in wäfsriger Auflösung auf seine Fundstätten geführt worden. Fluorcalcium findet sich in heifsen Mineralquellen, in den Absätzen kalter Quellen, im fossilen Holze, im Meerwasser. Kommen heifse Quellen, welche kohlensaures Alkali enthalten, mit Flufsspath in Berührung, so bilden sich: kohlensaurer Kalk und Fluoralkali. Bei Umwandlung des Glimmers in Speckstein werden die alkalischen Metalle, Aluminium und Fluor ausgeschieden und treten als Doppelfluorüre aus Aluminiumfluorür mit einem alkalischen Fluorür aus der Mischung.

Kalksilicate wie Basalt, Diorit, Trachyt zersetzen die Lösung eines alkalischen Fluorürs, es geht ein alkalisches Silicat und Flufsspath daraus hervor. Die Kieselsäure ist wahrscheinlich in süfsen Quellen als Kalk und Magnesiasilicat; in Kohlensäuerlingen aber als Natronsilicat enthal-

ten. Kohlensäuerlinge können keine Zeolithe bilden, welche Kalksilicate enthalten.

Dafs die geringen Mengen von Flufsspath, welche sich gewöhnlich beisammen finden, wie auf den Gängen von Freiberg, oder Alston-Moor mit den entwickelten Ansichten recht wohl zusammenpassen, wird nicht geläugnet werden; dafs aber diejenigen grofsen Massen, welche sich in der Grauwacke des Harzes (Flufsgrube) oder an dem südwestlichen Rande des Thüringer Waldes in Felsen sich einstellen, eigenthümliche Schwierigkeiten darbieten, welche damit noch nicht beseitigt werden, dürfte um so weniger in Abrede zu stellen sein, je geringer die Quantitäten von Glimmer sind, welche grade an diesen Orten dem Zersetzungs-Processe unterlegen sind; je weniger sich die Verhältnisse der Umgebungen so grofser Flufsspathmassen von allen übrigen Oertlichkeiten unterscheiden, in denen dieses Fossil gar nicht oder in kleinen Parthien zerstreut vorkommt. Es bleibt hier noch ein Feld übrig, welches aber grade mit denselben Mitteln untersucht werden mufs, die der Herr Verf. angewendet hat.

Aehnliche Reihen von Betrachtungen, wie über den Flufsspath, finden sich über den Gips und über den Schwerspath. Einige allgemeinere über schwefelsaure Salze gehen ihnen voran.

Wenn die schwefelsauren Salze auch nicht so allgemein verbreitet in den Quellen vorhanden sind als die Chlorüre, so stehen sie denselben doch in dieser Beziehung nicht viel nach, und so wie es dort das Chlornatrium ist, welches sich durch die Häufigkeit seines Vorkommens besonders auszeichnet, so ist es hier das schwefelsaure Natron. Das Vorkommen von Schwefelsäure ist in einigen Gebirgsarten, auch in einigen Mineralien bereits nachgewiesen. Aber geringe Quantitäten derselben sind sehr wahrscheinlich auch bisher vielfach übersehen worden und sie werden noch in sehr vielen Fällen nachgewiesen werden können, und so die allgemeine Verbreitung in den Quellen erklären.

Der Gips ist von allen schwefelsauren Salzen dasjenige, welches am häufigsten und in der gröfsten Masse auftritt. Bei der leichten Auflöslichkeit desselben im Wasser kann er aber vielfach seine Lagerstätte verändert, und so zu sehr mannigfachen Combinationen Veranlassung gegeben haben. Die Thatsache, dafs derselbe den älteren sedimentären Bildungen von den Silurschichten bis einschliefslich zum Rothliegenden herab in einem grofsen Theile

der Erde fehlt, oder wenigstens nur höchst selten darin vorkommt und sich alsdann von dem Zechstein bis in die Tertiärschichten beinahe überall einstellt, verdient eine nähere Erläuterung. Der Herr Verf. führt diese Thatsache an, aber er geht nicht näher darauf ein. Es mufs nothwendig ein bestimmter Unterschied in der Bildungsweise der Formationen aufgefunden werden, um diese Abweichung zu erklären.

Die Resultate, zu denen die Betrachtung über den Gips führen, sind folgende: Schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia werden durch die alkalischen Silicate zersetzt und können daher neben denselben nicht in krystallinischen Gesteinen bestehen. Aller schwefelsaurer Kalk, sowohl Gips als Anhydrit, ist eine Bildung auf nassem Wege. Eine Bildung von Gips durch Umwandlung von kohlensaurem Kalke mittelst schwefelsauren oder schwefligsauren Dämpfen scheint nur in Krätern der Vulkane statt zu finden, durch Schwefelwasserstoff-Exhalationen erfolgen aber solche Umwandlungen sehr häufig.

Eingeschaltet in die Betrachtungen über den Gips finden sich die Ergebnisse vieler Untersuchungen von Quellen aus krystallinischen Gesteinen, aus dem Basalt und aus der Braunkohlenformation, aus Feldsteinporphyr am Donnersberge und bei Kreuznach, aus dem Granit der Bergstrafse. Die Resultate sind, dafs neben alkalischen Silicaten und alkalischen Chlorüren in krystallinischen Gesteinen Chlorcalcium und Chlormagnesium in der Glühhitze bestehen konnten, daher sich auch diese Chlorüre in Quellen finden, welche daraus ihren Ursprung nehmen. Die Hauptbestandtheile der Quellen am Siebengebirge sind die Chlorüre von Calcium, Magnesium und Natrium, aufserdem findet sich in einigen schwefelsaurer Kalk, kohlensaurer Kalk und Magnesia. Die aus Feldsteinporphyr hervorkommenden Soolquellen von Kreuznach rühren nicht von Steinsalzlagern her, mit diesen Quellen stimmen die des Donnersberges und aus dem Granit von Schriesheim und Weinheim überein, die Gesteine, aus denen sie hervorkommen, enthalten Chlorüre.

In Bezug auf den Salzgehalt des Meeres gelangt der Herr Verf. zu dem Resultate, dafs der Gips und das Bittersalz im Meerwasser durch Zersetzung von Chlorcalcium und Chlormagnesium mittelst schwefelsaurem Natron gebildet sei, und dafs diese Salze nebst dem Kochsalz dem Meere fortdauernd durch die Quellen und Flüsse zugeführt

werden. Bittersalz bildet sich durch Zersetzung von schwefelsaurem Kalk mittelst kohlensaurer Magnesia und schwefelsaures Natron durch Zersetzung von schwefelsaurem Kalk und Natronsilicat oder kohlensaurem Natron.

Auch einige interessante Bemerkungen über Agrikultur-Chemie werden hier angeknüpft und dabei besonders darauf hingewiesen, dafs die Untersuchung der Quellen, welche ihren Ursprung aus bestimmt nachweisbaren Gesteinen nehmen, ein treffliches Mittel darbiete, um die für die Agricultur wichtigen Bestandtheile dieser Gesteine kennen zu lernen; ein Mittel, welches viel leichter zu Resultaten führt, als die Prüfung des Auslaugewassers aus Gesteinen. Die Analyse von Pflanzenasche ist in derselben Beziehung zu empfehlen.

Wenn schon früher sehr wichtige Bemerkungen über den Baryt vorgetragen worden sind, so ist dieſs noch mehr der Fall bei der ausführlichen Behandlung des Schwerspaths, an welcher die des Cölestins unmittelbar angeschlossen ist. Der Herr Verf. gelangt hierbei zu den nachstehenden Resultaten. Schwefelsaurer Baryt und schwefelsaurer Strontian können in krystallinischen Gesteinen vorhanden sein, da sie durch die alkalischen Silicate der letzteren in der Glühhitze nicht zersetzt werden, sie schienen daher mit den schwefelsauren Alkalien die einzigen primären schwefelsauren Salze in diesen Gesteinen zu sein.

Sie sind aber weder als mineralogisch bestimmbare Gemengtheile krystallinischer Gesteine, noch in der Form von Gesteinsgängen (Granit-, Porphyr-, Basaltgängen) gefunden worden. Das bis jetzt bekannt gewordene Vorkommen des Schwerspaths und Cölestins ist ein secundäres und ihre Bildung fand auf nassem Wege statt. Aus aufsteigenden Quellen läfst sich ein so mächtiger Schwerspathgang wie der zu Schriesheim nicht erklären. Die Gewässer, welche das Nebengestein dieses Ganges auslaugen, enthalten keine schwefelsauren Salze. Der Granit in den Umgebungen dieses Ganges enthält Baryt, wahrscheinlich als Silicat. Kieselsaurer Baryt ist in Wasser löslich, und diese Auflösung wird durch schwefelsaure Alkalien, Kalk und Magnesia, zersetzt; daher in einer krystallinischen Gebirgsart kieselsaurer Baryt und schwefelsaure Alkalien nicht neben einander bestehen können. Schwefelsaurer Baryt wird durch kein im Mineralreich vorkommendes Silicat zersetzt. Kohlensaurer Baryt wird durch schwefelsaure Alkalien, Magnesia und Kalk zersetzt; die Umwandelung des

Witherite in Schwerspath, welche sich findet, ist wahrscheinlich durch schwefelsauren Kalk in sehr verdünnter Auflösung vor sich gegangen. Schwerspath wird durch sehr verdünnte Auflösung kohlensaurer Alkalien in einer höheren Temperatur als 21° R. als kohlensaurer Baryt aufgenommen, aber wieder als Schwerspath abgesetzt; diese Auflösung ist in den Pseudomorphosen nach Krystallflächen von Schwerspath vor sich gegangen.

In Bezug auf den Cölestin ist noch zu bemerken, dafs kieselsaure Strontianerde sehr viel leichter löslich ist, als kieselsaurer Baryt, dafs schwefelsaure Strontianerde durch Auflösungen kohlensaurer Alkalien zersetzt und so Strontianit gebildet wird.

Sodann folgen ähnliche Betrachtungen über schwefligsaures Gas, Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff; über Borsäure und borsaure Salze, phosphorsaure Salze, salpetersaure Salze und den Beschluß macht die wichtige Abtheilung der Silicate.

v. B.

---

## 4.

Memoirs of the geological Survey of Great Britain and of the Museum of economic Geology in London. Vol. I. Published by order of the Lords Commissioners of her Majesty's Treasury. London 1846. 8. With 9 Plates.

Je weniger die Englische Staats-Regierung wissenschaftliche Unternehmungen und Arbeiten, welche die Fortschritte der Technik bezwecken, unmittelbar befördert, um so mehr verdienen diejenigen Veranstaltungen, welche in dieser Beziehung getroffen werden, die allgemeine Aufmerksamkeit, besonders in solchen Staaten, wo die Einwirkung der Staats-Regierung auf viele oder auf die meisten wissenschaftlichen Unternehmungen nicht fehlt. Es knüpfen sich wichtige Vergleichungen daran an.

Zu diesen in England seit einigen Jahren getroffenen Veranstaltungen gehört die geognostische Untersuchung des

Landes. In engster Verbindung mit derselben steht das vorliegende Werk. Bereits früher sind zwei Werke, der Bericht über die Geologie von Cornwall, Devon und West Sommerset von Sir Henry de la Beche und die Paläozoischen Fossilien von Cornwall, Devon und West Sommerset von dem Professor John Phillips erschienen, welche mit dieser Unternehmung in Zusammenhang standen. Jetzt, nachdem die oberste Leitung der geognostischen Landesuntersuchung eine Veränderung erlitten hat, ist von der Bekanntmachung einzelner damit in Verbindung stehender Werke Abstand genommen worden und an deren Stelle ist die Veröffentlichung von Memoiren getreten, von denen der erste Theil hier vorliegt und der ebenso wie die folgenden Theile Aufsätze verschiedener bei der Untersuchung beschäftigter Personen enthalten soll. Die geologische Untersuchung von Irland ist ebenfalls angeordnet; die sich hierauf beziehenden Aufsätze werden eine besondere Reihe bilden und abgesondert herausgegeben.

In dem vorliegenden Theile sind zufällig mehre Aufsätze enthalten, welche sich auf allgemeine geologische Ansichten und deren Anwendungen beziehen, es werden aber späterhin auch viele Lokalbeschreibungen folgen, indem beide Klassen von Aufsätzen nothwendig sind, um die verschiedenen hier zu beachtenden Gegenstände zu erläutern; so wird der zweite Theil mit einer ausführlichen Beschreibung von Malvern Hills, verglichen mit den Paläozoischen Districten von Abberley vom Prof. John Phillips beginnen. Ebenso sollen auch die Britischen Versteinerungen abgebildet und beschrieben werden; eine Anzahl von Platten dieser Abbildungen werden dem 2ten Bande dieses Werkes beigegeben werden, welche aber endlich ein selbstständiges Werk über britische Versteinerungen bilden sollen.

Es schien wünschenswerth, die Mittel kennen zu lehren, welche in anderen Staaten zur Verbreitung der Kenntnifs der den Bergbau betreffenden und der damit verwandten Wissenschaften angewendet werden, um sie mit denjenigen Mitteln zu vergleichen, welche dem Britischen Bergmann zu Gebote stehen; deshalb sind Notizen über die Berg-Academien zu Freiberg und Schemnitz, so wie über die Bergschule in Paris aufgenommen worden.

Auch statistische Notizen über Gegenstände des Bergbaues bleiben nicht ausgeschlossen, und so sind in diesem

Theile Nachweisungen über die Production von Steinkohlen, Braunkohlen, Eisen und Stahl in Frankreich, von Kupfer und Zinn in Cornwall enthalten.

Die in diesem Werke enthaltenen Aufsätze sind:

Ueber die Bildung der Gebirgsarten in Süd-Wales und im Südwestlichen Theile von England. Von Sir H. de la Beche, General-Director der geologischen Landesuntersuchung von Grofsbritanien. S. 1 — 296.

Dieser Aufsatz nimmt mehr als die Hälfte des ganzen Werkes ein; in demselben sind die einzelnen in diesem Districte vorkommenden Gebirgsarten von dem Silurischen Systeme an aufwärts bis zum unteren Oolith mit Rücksicht auf ihre Bildungsweise beschrieben und diese wird vielfach durch die darin vorkommenden Versteinerungen erläutert. Es geht hieraus hervor, dafs dieser kleine Fleck der Erdoberfläche vielen abändernden Zuständen während der verschiedenen Perioden unterworfen gewesen ist. Zuerst finden wir Schlamm, Sand und Geschiebe (gröfstentheils in sehr allmähliger Anhäufung), abgeleitet von vorher bestehenden Gebirgsarten. Diese Massen sind mit etwas Kalk gemengt und so mit feuerigen Producten verbunden, dafs es kaum zweifelhaft bleibt, dafs sich Vulkane in einzelnen Theilen des Districtes über den Meeresspiegel erhoben haben, dafs Aschenregen ausgeworfen wurden und Lavaströme ausflossen, welche nun mit den gewöhnlichen Ablagerungen gestörter Gebirgsmassen vermengt sind. Viele Thiere lebten in jener Periode auf dem Meeresgrunde an günstigen Stellen, gerade wie wir auch gegenwärtig ähnliche Thiere finden. Viele Arten derselben gingen bei der Fortdauer dieser Ablagerungen unter und wurden durch neue ersetzt. (Das Silurische System.)

Dann trat eine Periode ein, in der die Ablagerungen in dieser Gegend mit einem bedeutenden Antheil von Eisenoxyd verbunden wurden. Dieser neue Zustand des Meeresgrundes pafste nicht mehr für das thierische Leben, welches sich bis dahin so reichlich entwickelt hat und aufser einigen wenigen Fischen wird wenig anderes in den Anhäufungen von Schlamm, Sand und Geschieben gefunden, viele tausend Fufs mächtig, selbst wenn man zugiebt, dafs die Art der Ablagerung über die wahre Mächtigkeit täuschen kann. Welche Unterschiede auch in verschiedenen Theilen dieses Districtes, während sich die Massen darin anhäuften, vorhanden waren, so dafs in einer Gegend mehr Eisenoxyd mit denselben verbunden

wurde, als in der andern, und dafs die Bedingungen zur Erhaltung des thierischen Lebens in einer Gegend günstig, in der anderen ungünstig waren, so scheint doch die Verbreitung der oberen kalkigen, thonigen und sandigen Ablagerungen in allen den Gegenden allgemein gewesen zu sein, wo überhaupt Massen in dieser Zeit abgesetzt worden sind.

Eine dritte grofse Veränderung folgte. In einem grofsen Theile des ganzen Districtes und in einer langen Periode wurden sehr wenige, aus der Zerstörung älterer Gebirgsmassen hervorgegangene Materialien abgesetzt. Meeresthiere lebten in grofser Menge und ihre festen Theile häuften sich zu Schichten von 100 Fufs Mächtigkeit an. Feste Kalksteinschichten entstanden theils aus diesen Ueberresten, theils aus chemischem Niederschlag von kohlensaurem Kalk, der vielleicht selbst theilweise aus einer Auflösung jener festen thierischen Massen hervorgegangen war. Während auf diese Weise Kalk in einem Theile des Districtes sehr häufig war, zeigte er sich in einem anderen selten und es wurden hier Schichten von zerstörten Materialien gebildet.

Die nächste und vierte Veränderung war von bemerkbarer Art, doch begab sie sich in verschiedener Weise in den verschiedenen Stellen des ganzen Districtes. An einigen Stellen trat sie plötzlich ein, an anderen weniger schnell, in einem Theile des Districtes wiederholten sich die Bedingungen zur Entstehung von Kalkschichten mehrfach, so dafs eine ansehnliche Mächtigkeit der Ablagerungen bezeichnet wird durch Wechsel von Kalkstein, Schiefer und Sandstein, welche sämmtlich Versteinerungen enthalten. Eine grofse Menge von Pflanzenstoffen, welche in ausgedehnten Lagen von verhältnifsmäfsig geringer Tiefe vorkommt, ist begraben unter Schlamm, Sand und Geschieben. Ein grofser Theil dieser Pflanzen ist auf dem Grunde gewachsen, über welchem wir dieselben jetzt als Steinkohle verbreitet finden. Obgleich ein anderer Theil dieser Pflanzen vom benachbarten festen Lande herbeigeflöfst sein mag, so finden wir andere unabhängig von deren dünnen Anhäufungen, welche Steinkohlenflötze bilden, aufrecht stehend, wie sie gewachsen sind, eingeschlossen in dem Schlamm und Sand, der sie bedeckt hat. Keine Spur von Meeresresten hat sich bis jetzt in diesen mehre Tausend Fufs mächtigen Ablagerungen gefunden, denn die Muscheln

(Unio Sow., Cardinia De Kon), welche sich darin finden, sind dem Meere fremd.

Dann folgte eine grofse Unterbrechung der Ablagerungen; diese wurden zusammengepreſst und verändert, so dafs sie nicht mehr die ursprüngliche Oberfläche einnehmen. In einer, von dieser nicht entfernten Periode brachen Granitmassen in einigen Theilen dieses Districtes durch, und drückten die vorher abgelagerten Massen zur Seite; ebenso Trappmassen im geschmolzenen Zustande. Diese Periode gewaltsamer Zerstörungen endete nicht ohne eine Menge Zerreifsungen und Spalten hervorzubringen, sowohl in dem Granit selbst, als in den benachbarten Ablagerungen, welche mit geschmolzenem Granit ausgefüllt wurden. Grofse Verwerfungen wurden dabei hervorgebracht, und senkrechte Bewegungen von 2000 Fufs mögen in den Ebenen der Schichten statt gefunden haben. Ueber die Länge der Zeit, welche erforderlich war, damit sich die zerstörten Massen wieder in Gleichgewicht setzen konnten, besitzen wir keine Nachweisung.

Aus dem nächstfolgenden Zustande des Districtes ergiebt sich die Wiederherstellung verhältnifsmäfsiger Ruhe in der Anhäufung von Geschieben, Sand und Schlamm in Gewässern, welche die Küsten der gestörten und verworfenen Felsen bespülten, die sich über ihren Spiegel erhoben hatten. Auch diese Ablagerungen zeichnen sich durch einen bedeutenden Gehalt an Eisenoxyd aus, welches die Massen roth färbt. Eben wie in dem bereits oben angeführten Falle werden hier kaum Spuren von thierischem Leben angetroffen. Nur nach oben hin finden sich in einer schwachen Ablagerung grauer Schichten, welche mitten in den rothen Mergeln vorkommen, die Reste von Fischen und Mollusken. Zwei Saurier haben sich in einer Oertlichkeit in den Geschieben dieser Periode gefunden.

Die sechste und letzte Veränderung, welche wir zu bemerken haben, zeigt, dafs der Niederschlag von Eisenoxyd mit dem Schlamm, Sand und den Geschieben, welcher bis dahin statt fand, aufgehört hat, während die Ruhe den Ablagerungen erhalten blieb. Grauer Schlamm und Kalkmassen finden sich nur über diejenigen Theile des Districtes verbreitet, welche davon erreicht werden konnten und neue Thiergeschlechter, verschieden von denjenigen, welche sich in einem bestimmten Character haltend in den älteren Ablagerungen erkannt werden, treten nun auf besonders ge-

waltige Reptilien, welche in Menge das Meer und die Gestade bevölkerten.

Von den verschiedenen Schichten von Thon, Sand und Kalkstein mannigfacher Art, welche sich auf den vorher erwähnten Ablagerungen aufgehäuft haben, ist hier nur zu bemerken, dafs sie sich ursprünglich weiter nach Westen hin ausgedehnt haben, aber hier späterhin durch Entblöfsung zerstört worden sind. Die jüngeren Schichten erreichten immer weniger diese westliche Ausdehnung.

Wenn dieser District mit dem südlichen Theile von Irland zusammengefafst wird, so finden sich in dem hier betrachteten Zeitraume zwei Beispiele, eins vor der Ablagerung des alten rothen Sandsteins (Devon.-Systems), das zweite nach der Ablagerung des Steinkohlengebirges, dafs grofse Kräfte zerstörend und zusammendrückend auf die vorher abgelagerten Schichten einwirkten. In beiden Fällen begleitete wahrscheinlich ein Ausbruch von Granit und einigen Trapp-Gebirgsarten die grofsen Bewegungen dieses Districtes. In den übrigen Zeiten sehen wir nur Kräfte in der Anhäufung von Materialien thätig, wie sie auch noch gegenwärtig wirken. Solche Abwechselungen zeigen, dafs das Studium derjenigen Ursachen dieser Anhäufungen nothwendig ist, welche in dem gegenwärtigen Zustande bestehen, dafs aber hierbei die Ursachen der Veränderungen nicht unberücksichtigt bleiben dürfen, welche nach einer Menge von geologischen Thatsachen den Zustand der Erdoberfläche während jener Zeiträume wesentlich verändert hat.

Ueber die Entblöfsung (Denudation) von Süd-Wales und der angränzenden Theile von England. Von Andrew C. Ramsay. Director der geologischen Untersuchungen von Grofsbritanien. S. 297—335.

Die Oberflächen-Gestaltung dieser so wie jeder Gegend ist das Resultat geologischer Erscheinungen. Die wichtigste für diese Gegend läfst sich auf eine Verbindung mehrer Ursachen zurückführen. Die Form, welche die Gebirgsmassen durch Störungen und Quetschungen nach ihrer Erhärtung angenommen haben, ist eine derselben, und die Wirkungen des Meeres auf Gebirgsarten von verschiedenem Grade des Zusammenhaltens, während der Erhebungen oder Senkungen des Landes, bilden die andern. Die Oberflächen-Gestaltung der hier betrachteten Gegend ist nicht das Resultat von Wirkungen, die aus dem Innern des Landes ausgehen, weder von fortdauernden, noch von ver-

gangenen, sondern von denjenigen, die wir noch jetzt an den Küsten in Thätigkeit finden, und welche während einer sehr langen Zeitdauer, die nach geologischen Epochen zu bemessen ist, thätig gewesen sind. Die Wirkungen der Atmosphäre und des fliefsenden Wassers haben diese Oberfläche, so wie sie zum letztenmale von den Meereswellen verlassen worden ist, nur wenig verändert.

Die Lagerung des Silurischen Systems, des alten rothen Sandsteins, des Kohlenkalkes und des Kohlengebirges weifst viele antiklinische und synklinische Linien (Sättel und Mulden), Bogen und Kuppeln nach. Dieselben können auf keine andere Weise als durch Hebungen nach der Ablagerung der gleichförmig gelagerten und in ein gemeinschaftliches System verbundenen Schichten entstanden sein. Da aber von den antiklinischen Linien aus, sich zu beiden Seiten hin die Ausgehenden der Schichten bis zu den beiden synklinischen Schichten hin zeigen, so ist mithin nach der Hebung, welche die antiklinischen Linien auf dem Gewölbe eines hohen Bogens, die synklinischen auf dem Grunde einer Vertiefung darstellen mufste, ein sehr ansehnlicher Theil der ganzen Gebirgsmasse zerstört und entfernt worden. Die Höhe dieser zerstörten Gebirgsrücken ergiebt sich aus der Mächtigkeit der zu beiden Seiten der antiklinischen Linien vorkommenden Schichten. In der betrachteten Gegend schwankt diese Höhe zwischen 2000 und 11000 Fufs. Die Mächtigkeit der Schichten beträgt in dem Silurischen System von . . 8000 bis 12000 Fufs

| | | | |
|---|---|---|---|
| alten rothen Sandstein . . | 4000 | - | 7000 - |
| Kohlenkalkstein . . . . | 100 | - | 2000 - |
| Steinkohlengebirge . . . | 8000 | - | 12000 - |
| zusammen . . | 20100 | bis | 33000 Fufs |

Die geringsten Zahlen sind die kleinsten, welche angenommen werden können und die gröfseren dürfen noch nicht als die höchsten angesehen werden, welche sich in einzelnen Querschnitten ergeben.

Diese Verhältnisse werden nach den, bei der geologischen Landesuntersuchung sorgfältig gemessenen Profilen an vielen Beispielen ermittelt. Die Folgerungen, welche sich aus der gleichförmigen Lagerung dieser vier Schichtenfolgen in einem grofsen Theil von Süd-Wales ergeben, so wie aus dem schwachen Uebergreifen des Kohlenkalksteins und des Steinkohlengebirges in dem westlichen Theile dieses Landes, wodurch die Schichten des Steinkohlenge-

birges mit dem Silurischen System in unmittelbarer Berührung gebracht werden, sind vollständig entwickelt. Aus dieser letzteren Erscheinung ergiebt sich, dafs während der Ablagerung des Kohlenkalksteins und des Steinkohlengebirges, der Boden, sowohl das Land als der Meeresgrund, in einem allmäligen Sinken begriffen war, wodurch die neueren und neuen Schichten eine gröfsere Ausdehnung erhielten und mit den älteren schon früher gehobenen in unmittelbare Berührung traten.

In dem ganzen Districte liegt der neue rothe Sandstein mit den dolomitischen Konglomeraten abweichend auf den älteren Gebirgsschichten. Die Hebungen jener waren vorausgegangen, gewaltsam, plötzlich, nur als ein Ereignifs zu betrachten, nicht als die Aufeinanderfolge vieler getrennter Spaltungen, wenigstens in Bezug auf solche Zeiten, wie sie geologische Epochen constituiren. Der innere, über den Meeresspiegel des neuen rothen Sandsteins gehobene Theil des Gebirges blieb während einer ganzen Reihenfolge von geologischen Bildungen unverändert, unberührt vom Meere. Allmälige Senkungen des Landes sind in diesen Gegenden durch das Uebergreifen der jüngeren Schichten des neuen rothen Sandsteins und des Lias nachgewiesen; Hebungen während der Bildung der Oolithgruppen, deren jüngere Abtheilungen immer kleinere Flächen einnehmen. Keine von diesen Schichten hat irgend eine Spur in dem Innern der gehobenen und gedrückten Gebirgsgegenden zurückgelassen; es wird daraus geschlossen, dafs diese letzteren in dem Verlaufe dieser Epochen nicht vom Meere bedeckt gewesen sind. Erst in verhältnifsmäfsig sehr neuen Zeiten ist eine Senkung dieses Landes eingetreten, wodurch die Meereswellen in den Stand gesetzt wurden, diejenige Zerstörung und Erniederung des Gebirgslandes hervorzubringen, welche es in seinen Hauptformen gegenwärtig darbietet. Das aufgeschwemmte Gebirge (Diluvium, drift), welches als ein Zeichen dieses Ereignisses in dieser Gegend erscheint, besteht aus weit verbreiteten Schichten von Geschieben, Sand, kleinen eckigen Schieferbrocken, Thon, bisweilen in feinen Streifen; solchen Schichten, wie sie häufig an seichten Meeresstellen, schmalen Meeresarmen und in Ablagerungen an den Meeresküsten vorkommen. Beispiele dieser Ablagerungen bietet jedes Thal dar, auf Hochebenen hier und da zerstreut.

Die Senkung des Landes, welche wenigstens so weit gehen müfste, dafs die jetzigen höchsten Berge eingetaucht

waren, ist wahrscheinlich nicht eine plötzliche gewesen, weil sich nirgends Spuren einer allgemeinen und heftigen Störung zeigen. Es ist gewifs, dafs die Wellen fortdauernd die Küstenränder zerstören; aus dieser Zerstörung gehen zwar Geschiebe und Sandbänke hervor, welche eine lange Zeit hindurch die Küste selbst schützen können, dann aber auch der Zerstörung unterliegen und sie neuen Angriffen wieder Preis geben. Auf solche Weise müssen alle Länder durch das Meer zerstört werden, wenn hinreichend Zeit dazu gegeben wird; dieser Vorgang wird aber sehr befördert durch eine allmälige Senkung des Landes, wodurch alle Theile desselben in den Wirkungsbereich der Wellen gebracht werden. Das Sinken des Meeresgrundes erleichtert die Verbreitung der aus der Zerstörung des Festlandes hervorgegangenen Materialien und einem solchen Zustande der Dinge wird die geringe Meerestiefe zugeschrieben, welche die britischen Inseln umgiebt.

Die Vergleichung der Oberfläche von Süd-Wales mit den Wirkungen des Meeres auf die Küstenränder ergiebt eine grofse Uebereinstimmung. Die Erhaltung härterer Gesteine, welche die Gipfel so vieler Berge bilden, stimmt ganz damit überein; ebenso der Wechsel steiler Gehänge und deren angrenzender Ebenen, welche die Form von Meeresarmen und Baien haben und mit losen Massen bedeckt sind.

Die grofsen Zerstörungen von Gebirgsmassen stehen in einem nachweisbaren Zusammenhang mit der Bildung neuerer Schichten; das Verhältnifs beider ihrem cubischen Inhalte nach, ist wohl in Uebereinstimmung, und so wird der Zerstörungsprocefs zugleich die Erklärung liefern, woher das Material der jüngeren Schichten entnommen ist.

Ueber den Zusammenhang zwischen der Verbreitung der jetzt auf den Britischen Inseln lebenden Fauna und Flora und den geologischen Veränderungen, welche diese Districte betroffen haben, vorzugsweise während der Epoche der nördlichen Geschiebe. Von Edw. Forbes, Paläontologen der Geologischen Untersuchung des Vereinigten Königreichs. S. 336—432.

In den Bemerkungen über die Geschichte der einheimischen Fauna und Flora der Britischen Inseln und des benachbarten Meeres wird von der Annahme des Vorhandenseins specifischer Mittelpunkte, d. h. gewisser geographischer Punkte, ausgegangen, von denen die individuen

einer jeden Species sich verbreitet haben. Diese Annahme mufs gemacht werden, wenn die Species in der gemeinsamen Abstammung aller dieselben bildenden Individuen beruht; sollte diese Annahme aber nicht statt finden, so würden dadurch alle Folgerungen, welche aus den Versteinerungen für die Vergleichung und Identificirung der Schichten, die Bestimmung ihrer Bildungsepochen abgeleitet werden, sehr zweifelhaft sein.

Die Haupt-Resultate, welche aus der ausführlichen Betrachtung der jetzt in den Britischen Inseln und in dem benachbarten Meere lebenden Fauna und Flora, der Fossilien in den obersten Mergel- Lehm- und Geschiebe-Ablagerungen, welche der Eiszeit — derselben worin die Verbereitung nordischer Fündlinge statt fand — zugeschrieben werden, sich ergeben, sind die folgenden.

Die Land- und Meer-Flora und Fauna der Britischen Inseln und des sie umgebenden Meeres ist in Rücksicht auf diesen District seit der Miocenen-Epoche entstanden. Die Gruppen von Thieren und Pflanzen, welche diese Fauna und Flora zusammensetzen, sind in dem von ihnen jetzt gemeinschaftlich bewohnten District nicht gleichzeitig, sondern zu verschiedenen Zeiten aufgetreten. Die Fauna und Flora der Britischen Inseln und Meere ist theils aus Species zusammengesetzt, welche entweder dauernd oder auf eine Zeit vor der Eiszeit aufgetreten sind, oder welche während dieser Eiszeit lebten, und dem gröfsten Theile nach aus solchen, welche erst nach derselben erschienen sind, und deren Erscheinung auf der Erde gleichzeitig mit der Erhebung des Grundes des Eis-Meeres und der daduch veranlafsten klimatischen Veränderungen ist. Der gröfsere Theil der Landthiere und der phanerogamen Pflanzen, welche jetzt die Britischen Inseln bewohnen, gehören specifischen Mittelpunkten an, welche aufserhalb dieses Districtes liegen, und welche auf zusammenhängendem Festlande vor, während und nach der Eiszeit sich dahin verbreitet haben. Das Klima des in Rede stehenden Districts, und der nördlich, östlich und westlich von demselben liegenden Gegenden war während der Eiszeit, als ein grofser Theil der britischen Insel Meeresgrund war, kälter als es gegenwärtig ist, oder als in einer früheren vorhergehenden Epoche. Aber es ist Grund vorhanden anzunehmen, dafs soweit sich dieses Klima erstreckte oder allmälig südlich von Britanien sich die Kälte verminderte, die Region der Eiszeit unmittelbar mit einer Region zusammenstiefs, welche einen

südlicheren und wärmeren Charakter hatte, als diejenige, in welcher wir gegenwärtig die südlichsten Spuren der nördlichen Geschiebeablagerungen finden.

Dieses Verhältnifs weicht nicht wesentlich von demjenigen ab, welches gegenwärtig unter entsprechenden Breiten in Nord-Amerikanischen, Atlantischen und Arktischen Meeren und den sie begrenzenden Küstenrändern besteht.

Die Alpinischen Floren von Europa und Asien, so weit sie identisch mit der Flora der Arktischen und Subarktischen Zone der alten Welt sind, bilden nur Bruchstücke einer Flora, welche sich von Norden her, gegenwärtig nicht mehr in Thätigkeit, über die gemäfsigten Küsten von Europa oder über zusammenhängendes Land verbreitet hat. Die Fauna des tiefen Meeres ist ebenso ein Bruchstück der allgemeinen Arktischen Fauna. Die Floren der Atlantischen Inseln zwischen der Sargossobank und der alten Welt sind Bruchstücke der grofsen Mittelmeerischen Flora, in früheren Zeiten verbreitet über ein Land, welches aus dem gehobenen und seitdem nicht wieder von dem Gewässer bedeckten Grunde des Miocenen-Meeres besteht. Diese grofse Flora besafs in der Epoche, welche der Eiszeit vorausging und zum Theil auch während derselben, eine gröfsere Verbreitung als gegenwärtig. Das Ende der Eiszeit in Europa wurde durch ein Zurückweichen einer Arktischen Fauna und Flora gegen Norden und einer Fauna und Flora von dem Typus des Mittelmeeres gegen Süden bezeichnet. In dem auf diese Weise entstandenen Zwischenraum erschien auf dem Lande die allgemeine Germanische Fauna und Flora und im Meere die Celtische Fauna. Die Erscheinungen, welche auf solche Weise dem Auftreten einer neuen Gruppe von organischen Wesen vorausgingen, bestanden in der Zerstörung von vielen Species von Thieren und wahrscheinlich auch von Pflanzen, theils Formen von sehr örtlicher Verbreitung, theils solcher, welche keinen grofsen Wechsel in dem Zustande ihrer Umgebungen ertragen können; kurz solcher Species, welche eine sehr beschränkte Kraft zur horizontalen und vertikalen Verbreitung besitzen. Alle Veränderungen, vor, während und nach der Eiszeit scheinen allmälig und nicht plötzlich gewesen zu sein, so dafs keine bestimmte Grenzlinie zwischen den Geschöpfen gezogen werden kann, welche dasselbe Element, dieselbe Oertlichkeit in zwei unmittelbar auf einanderfolgende Perioden bewohnten. Die Verwandtschaft, welche jetzt zwischen den

Faunen und Floren von Nord-Amerika und Nord-Europa statt findet, ist während der Eiszeit und wahrscheinlich gegen das Ende derselben begründet worden. Keine Schichten der Eiszeit sind in Süd-Europa bekannt, keine obern Pliocen-Schichten (in dem Sinne von Aequivalenten der Sicilianischen Tertiärschichten) in Mittel- und Nord-Europa. In diesen letzteren finden sich die meisten lebenden Britischen Testaceen, welche, nachdem sie vorher diese Gegenden bewohnt hatten, während der Eiszeit aus denselben verschwunden sind und mit demselben finden sich verschiedene nordische Species der Eiszeit, welche jetzt in den Süd-Europäischen Meeren nicht mehr vorkommen. Daraus folgt der Synchronismus der Ablagerungen der Eiszeit und der Sicilianischen Tertiärgebilde.

Unter Eiszeit (Glacial epoch) ist derjenige geologische Zeitabschnitt verstanden, welcher sich typisch durch das Vorherrschen eines kalten Klima in einem grofsen Theile der nördlichen Hemisphäre auszeichnet und in dem sich die Meeres-Ablagerungen bildeten, welche Nordische Geschiebe (Northern drift) genannt worden sind. Da aber die Gleichzeitigkeit derselben und der Tertiärschichten von Sicilien und Rhodus gewifs zu sein scheint, so dürfte die Benennung „Pleistocene" am besten dafür passen. So würde in England der Korallen-Crag als Miocen, der rothe Crag als Pliocen, die Ablagerungen der Eiszeit als Pleistocen und die Megaceros Süfswasser Mergel und die gehobenen Meeresgestade als zwei Abtheilungen Post-Tertiär gelten.

Die Untersuchungsart, welche in dieser Arbeit gebraucht worden ist, läfst sich auch auf ältere geologische Epochen anwenden. Die Annahme von der Unveränderlichkeit der Species und der gemeinsamen Abstammung aller Individuen, welche sie bilden, gewährt in der Verbreitung der Species nach Raum und Zeit einen neuen Schlüssel zur Bestimmung der Formen des Landes und des Meeres während der Epochen, in welcher sie lebten, so wie der Ausdehnung oder Beschränkung bestimmter klimatischer Zustände während jeder Epoche, und der Ursache, welche sie durch andere ersetzten.

Ein genaues Verzeichnifs der Species der Meeresthiere, deren Reste in den Ablagerungen der Eiszeit gefunden worden sind, ist diesem Aufsatze beigefügt.

Untersuchungen über den Einfluſs des Magnetismus und der Voltaischen Elektricität auf Krystallbildung und andere Zustände der Materie. Von Rob. Hunt, Archivar der Bergwerks-Nachrichten (Keeper of Mining Records) S. 433—459.

Die Eigenthümlichkeiten der Gebirgsarten führen zu dem Schluſs, daſs sie während ihrer Erhärtung dem Einflusse von Kräften ausgesetzt gewesen sind, welche unabhängig von den Kräften der Cohäsion wirkten. Wiewohl die Erhärtung der Gebirgsarten oft der Attraktion zuzuschreiben ist, unterstützt von der agglutinirenden Eigenschaft einiger Stoffe, so ist es doch klar, daſs die Molekularbeschaffenheit derselben auch von anderen Kräften bestimmt wird, und daſs die krystallinische Structur immer von einem bestimmten Agens abhängt, welches im Gegensatz der Cohäsion wirkt. Die Schieferung (lamination) der Schichten ist oft merkwürdig gleichförmig und die Spaltungsflächen der Gebirgsarten nähern sich einer bestimmten Anordnung, häufig der Richtung des magnetischen Meridians. Eine solche Anordnung setzt den Einfluſs irgend eines Polorität-Gesetzes voraus, dem die Wassertheile folgen, mag dasselbe von einer elektrischen Erregung herrühren oder nicht. Die Wirkungen elektrischer Strömungen auf die Materie, wodurch die Kraft chemischer Verwandtschaft aufgehoben wird und die Theile eine neue Anordnung erhalten, führt zu der Annahme, daſs diese Kraft bei der Erzeugung solcher Erscheinungen betheiligt sei. Die Versuche von Rob. Were Fox, welcher durch lange fortgesetzte Voltaische Elektricität die Schieferung von Thon erzeugte, bestätigt die Ansicht.

Hiernach sind Versuche über die Schieferung von Thon und von anderen Substanzen durch schwache Voltaische Elektricität und über die Zersetzung von Kupfererzen angestellt worden. Der Einfluſs, den Magnetismus auf Molekular- und Krystallisationskräfte ausübt, scheint den Schlüssel zur Erklärung jener Versuche darzubieten und daher werden die hierüber angestellten Versuche zuerst beschrieben. Schon frühere Versuche hatten den Unterschied kennen gelehrt, welchen der Einfluſs des Nord- und des Süd-Pols auf chemische Wirkungen ausübt. Die Zersetzung von Kupferkies und dessen Umwandlung in Schwefelkupfer (Kupferglanz) ist von Interesse, weil diese Erscheinung auf den Cornwaller Kupfergängen in ähnlicher

Weise vorkommt, wie auf der Dolcoath-Grube, in der Nähe einer Kreuzkluft (Crofs course) und auf den Carn Brea-Gruben.

Aus den Versuchen ergiebt sich eine innige Verbindung zwischen den krystallinischen und Molekular-Kräften und dem Magnetismus und der Elektricität. Diese Verbindung mufs sich auch, so scheint es, auf die Erscheinungen chemischer Verwandtschaft erstrecken. Die Glieder, welche noch fehlen, um die strahlenden Kräfte mit denjenigen zu vereinigen, welche aller Materie inwohnen und die Anordnung der Massentheilchen, die Gestalten der Materie bestimmen, scheinen ihrer Entwicklung nahe zu sein, und wenn die Untersuchungen auf dem Wege verfolgt werden, zu welchem die Arbeiten von Faraday den Zugang gebahnt haben, so ist es sehr wahrscheinlich, dafs wir mehr von den geheimen Kräften lernen werden, welche die Gesetze der Materie bestimmen.

Ueber die Gase, welche sich während der Bildung von Steinkohle entwickeln. Von Dr. Lyon Playfair, Chemiker der geologischen Untersuchung von Grofsbritanien. S. 460 – 479.

Die Untersuchungen von G. Bischof haben gezeigt, dafs das Gas, welches aus den Kohlenflötzen entwickelt wird, aufser dem Kohlenwasserstoff- und Kohlensäure-Gas, ölbildendes Gas enthält, welches anzuzeigen scheint, dafs dasselbe das Product einer Destillation und nicht eines Fäulnifsprocesses ist. Die Bestimmung dieses Punktes ist von Wichtigkeit, und es sind daher so viele Grubengase untersucht worden. Diese Untersuchungen waren sehr nahe beendet, als diejenigen des Prof. Graham in den Memoiren der Chemischen Gesellschaft bekannt wurden, welche bestätigen, dafs sie aus leichtem Kohlenwasserstoffgas mit einer geringen Menge von Stickstoff und Sauerstoffgas bestehen und weder kohlensaures Gas noch ölbildendes Gas enthalten. Es sind 8 verschiedene Grubengase aus der Nähe von Newcastle untersucht worden, darunter eins dreimal und drei zu zwei verschiedenen Malen.

Der Gehalt an leichtem Kohlenwasserstoffgase schwankt zwischen 77,5 bis 98,2 Procent.

An Stickstoffgas von 1,3 bis 21,1 Proc., an kohlensaurem Gas, welches bei allen Analysen gefunden wurde, zwischen 0,4 und 2,1 Procent. Sauerstoffgas wurde bei 4 Analysen zwischen 0,4 bis 3 Procent und Wasserstoffgas bei einer

Analyse zu 3 Procent bestimmt. Das letztere Resultat soll jedoch einer Bestätigung bedürfen. Die Gegenwart von Kohlensäure-Gas, welche G. Bischof erkannt hatte und die Prof. Graham nicht aufgefunden, wird also durch diese sämmtlichen Analysen bestätigt. Die Gegenwart des Stickstoffgases läfst sich nur daraus erklären, dafs atmosphärische Luft die Klüfte der Steinkohle durchzieht und ihres Sauerstoffgehaltes beraubt wird, der sich theils mit Wasserstoff, theils mit der Kohle verbindet. Die Auflöslichkeit der Kohlensäure erklärt den geringen Gehalt dieses Gases in den Bläsern. Zur Vergleichung werden zwei Analysen von Newcastler Steinkohlen mitgetheilt, welche einem Berichte an die Admiralität entnommen sind.

Das Gas aus einer Anthracitgrube stimmt im Allgemeinen mit dem aus den Flötzen welche Steinkohlen liefern überein, doch hat es nur sehr mit atmosphärischer Luft vermengt erhalten werden können.

Die Umbildung der Pflanzenstoffe in Steinkohle wird mit der Beschaffenheit der die Kohlenflötze begleitenden Schichten in Verbindung gebracht; es wird gezeigt, dafs ein Boden, der Eisenoxydul enthält, nicht mehr geeignet ist, eine darin wurzelnde Vegetation am Leben zu erhalten.

Die Abwesenheit der Luft bedingt die Erhaltung der Holzfaser, welche nur der faulenden Veränderung unterliegt, aus welcher Holzkohle hervorgeht. In einem solchen Zustande unter ansehnlichem Druck und bei einer höheren Temperatur als die umgebende Luft, schreitet die fernere Veränderung und die Ausscheidung von Kohlenwasserstoff, Kohlensäure und Wasser grade so fort, wie wir dieselbe noch gegenwärtig in Thätigkeit finden.

Notiz über die Gogsfau oder Ogofau-Grube bei Pumpsant in Caermarthenshire. Von Warington W. Smith; Bergwerks-Geologen der geologischen Untersuchung des vereinten Königreichs.

Diese Grube, welche schon lange die Aufmerksamkeit der Alterthumsforscher auf sich gezogen hat, liegt auf dem linken Ufer des Cothy und wird von der Volksmeinung den Römern zugeschrieben. Römische Mauerreste, Töpferwaaren und Zierrathen bestätigen ihren Aufenthalt in der Nähe. Grofse Halden von Quarz, in der Gröfse einer Nufs zerschlagen, so wie Schwefelkiese waren hier seit lange bekannt, in einem der Quarzgänge ist aber bei nä-

herer Untersuchung gediegen Gold gefunden worden, so dafs es wohl keinem Zweifel unterliegt, dafs die Römer hier Goldbergbau geführt haben. Die Gänge in der unteren Abtheilung des Silurischen Systems sind nicht blos durch Tagearbeiten verfolgt worden, sondern es sind ziemlich geräumige Strecken auf denselben getrieben worden, welche für die Beharrlichkeit jener früheren Bearbeiter dieser Gruben zeugen.

Nachricht über die Berg-Academien in Sachsen und Ungarn, von demselben Verfasser.

Die Einrichtung der berühmten Berg-Academie zu Freiberg, welche der Verfasser 1840 und 1842 besucht hat, ist ihren wesentlichen Zügen nach beschrieben, ebenso die zu Schemnitz. Der Verfasser spricht dabei mit grofser Bestimmtheit aus, dafs den Directoren der Bergwerke in England der Mangel einer regelmäfsigen wissenschaftlichen Ausbildung für ihr Fach im Allgemeinen hindernd entgegen stehen und damit die grofsen Summen, welche jährlich in schlecht berathenen oder selbst unsinnigen Unternehmungen verloren gehen, erklärt werden.

Der Verfasser giebt die Gründe an, warum Freiberg mehr geleistet habe und leiste als Schemnitz, wo einige Unterrichts-Gegenstände vernachlässigt werden und zeigt, dafs selbst in Freiberg mehr geleistet werden könne, wenn das Bergwesen und Hüttenwesen noch mehr und strenger von einander getrennt würden als es der Fall ist. Im Allgemeinen solle in einer zu kurzen Zeit zu viel gelernt werden und es fehle daher an einer gediegenen Verarbeitung des Erlernten, was zur richtigen praktischen Anwendung durchaus nothwendig sei.

Nachricht über die Bergwerks-Einrichtung in Frankreich, über die Bergschule in Paris, und die praktischen Schulen zu St. Etienne und Alais, von demselben.

Bericht über die Förderung von Steinkohlen und Braunkohlen, so wie über die Production von Stahl und Eisen in Frankreich, nach dem amtlichen Rechenschafts-Bericht der Bergwerks-Ingenieure von 1844.

Notiz über die Förderung von Kupfer und Zinn in Cornwall. Von Rob. Hunt, Archivar der Bergwerks-Nachrichten.

Ueber die früheste Kupfergewinnung in England fehlt es an Nachrichten. Die Römer sollen bereits die Grube

am Parisberge auf der Insel Anglesea bearbeitet haben. Bis zum Jahre 1250 wurde eine Kupfergrube bei Keswick in Cumberland betrieben und um das Jahr 1670 wird die Kupfergrube bei Ecton in Staffordshire als wichtig erwähnt.

In dem Werke von Carew, welches 1586 geschrieben ist, wird zwar erwähnt, dafs Kupfererze aus Cornwall nach Wales zum Verschmelzen gesendet würden, aber es geht nicht daraus hervor, dafs eine beträchtliche Kupferproduction damals in diesen Gegenden stattgefunden hat.

Gegen Ende des 17ten Jahrhunderts scheint der Werth der Kupfererze in Cornwall noch wenig bekannt gewesen zu sein. Bald nach 1700 wurden aber Verbesserungen bei der Wasserhaltung und Erzaufbereitung eingeführt und in 1726 wird bereits eine Förderung von 100000 Centner Kupfererzen angegeben. Die jährliche Fördermenge, die Preise, der Kupfergehalt sind graphisch durch Coordinaten dargestellt. Gegen das Jahr 1779 fielen die Preise der Kupfererze sehr, weil die 1768 neu aufgenommenen Kupfergruben auf der Insel Anglesea sehr grofse Quantitäten lieferten und die Grube zu Ecton um das Jahr 1780 ebenfalls einen schwunghaften Betrieb unterhielt.

Die Kupfererzförderungen in Cornwall von 1789 bis 1794 sind nicht mehr zu ermitteln, weil ein lebhafter Streit über die Anwendung der Patente von Bolton und Watt bei den Wasserhaltungs-Dampfmaschinen die Verheimlichung der gewonnenen Quantitäten veranlafste.

In den 30 Jahren von 1815 bis 1845 sind in Cornwall 220 Gruben betrieben worden, welche auf den öffentlichen Erzversteigerungen Kupfererze verkauften; von denselben sind

| | |
|---|---|
| 20 Jahre und darüber betrieben worden | 35 |
| zwischen 20 und 10 Jahren . . . | 40 |
| zwischen 10 und 5 Jahren . . . | 31 |
| weniger als 5 Jahre . . . . . | 114 |

Der Durchschnittsgehalt der Erze sämmtlicher Gruben stellt sich auf 7¼ Procent.

---

Ueber die geologische Karte, die dazu gehörenden horizontalen und senkrechten Durchschnitte ist zu bemerken, dafs vier Grafschaften ganz vollendet sind;

| | | |
|---|---|---|
| Cornwall | in 8 Blättern, | Preis 3 L. 9 Sh. |
| Devon | in 9 Blättern, | Preis 4 L. 2 Sh. |
| Glamorganshire | in 5 Blättern, | Preis 3 L. 1 Sh. |
| Monmouthshire | in 4 Blättern, | Preis 2 L. 6 Sh. |

Ueberhaupt sind 30 Blätter vollendet und eine Tafel, welche die Farben und Zeichen enthält, welche auf diesen Blättern zur Bezeichnung geologischer Gegenstände gebraucht worden sind.

Aufserdem sind 17 Blätter horizontale Durchschnitte vollendet; der Maafsstab ist 6 Zoll auf 1 Meile ($\frac{1}{10560}$ der wahren Gröfse), horizontal und vertikal; die Gröfse jedes Blattes 3 Fufs 3 Zoll hoch und 2 Fufs 3 Zoll breit. Ausführliche Beschreibungen zur Erklärung sind auf jedem Blatte enthalten. Der Preis des Blattes ist 7 Sh., also der 17 Blätter 5 L. 19 Sh.

Die vertikalen Durchschnitte bilden 15 Blätter, und stellen das Detail der Schichtenfolge dar, welches in den oben erwähnten horizontalen Durchschnitten nicht aufgenommen werden kann. Der Maafsstab ist 40 Fufs auf 1 Zoll ($\frac{1}{480}$ der wahren Gröfse). Der Preis des Blattes ist 5 Sh., also der 15 Blätter 3 L. 15 Sh.

Die sämmtlichen Karten und Durchschnitte zusammen 62 Blätter kosten 23 L. (etwa 161 Thlr.) und mögen kaum $\frac{1}{8}$ von England und Schottland enthalten.

v. D.

## 5.

**Geognostische Skizze des Grofsherzogthums Baden. Ein Leitfaden für Vorträge in höheren und Mittelschulen jeder Art, von Gustav Leonhard. Mit einer geognostischen Uebersichtskarte. Stuttgart. Schweitzerbart. 1846. 8. 112. S.**

Je mehr die Ueberzeugung Raum gewinnt, dafs eine Kenntnifs des eigenen Landes für jeden Gebildeten ein unabweisbares Bedürfnifs ist und dafs eine gründliche Kenntnifs nur auf der Basis einer wenigstens allgemeinen Uebersicht und Anschauung der geognostischen Verhältnisse erlangt werden kann, um so gröfser ist der Dank, den sich zweckmäfsige Führer zu einer solchen Kenntnifs in allgemeinen Kreisen erwerben müssen. Der Verfasser, welcher sich bereits durch mehre sehr nützliche mineralogische und geognostische Arbeiten vortheilhaft bekannt gemacht, liefert in der vorliegenden Skizze ein solches Werk für den südwestlichsten Theil von Deutschland. Dasselbe führt

einen Jeden, der auch nur ein allgemeines Interesse für den vaterländischen Boden besitzt, zu dessen näheren Kenntnifs ein. Es ist nicht zu ausführlich, es liefert keine vollständige geognostische Beschreibung von Baden, aber damit würde es auch den Zweck verfehlen, den es erreichen soll, die Grundlage dieser Kenntnifs in einem möglichst weiten Kreise zu verbreiten.

Aber auch derjenige, welcher sich näher mit dem höchst interessanten Theile Deutschlands bekannt machen will, dürfte dieses Buch nicht ohne Befriedigung benutzen, indem diejenigen Quellen, in denen er weitere Belehrung findet, mit Sorgfalt angeführt sind.

Nach einer kurzen orographischen Uebersicht, worin Schwarzwald, Odenwald und Kaiserstuhl getrennt sind, folgt die erste Abtheilung, Geognosie und Geologie. Unter den plutonischen Gebilden wird Gneifs, Syenit, Granit, Porphyr, Serpentin, Diorit, körniger Kalk angeführt. Verbreitung, Höhe, Massenbeschaffenheit, Mineralien, Erzgänge bilden die einzelnen Abschnitte bei jeder dieser Gebirgsarten.

Auf die Granitgänge im Granit, Gneifs und Syenit wird besonders aufmerksam gemacht. Im Porphyr kommen mächtige Schwerspathgänge vor; Porphyrbreccien und Porphyrconglomerate werden unterschieden. Der Serpentin scheint gangförmig im Gneifs bei Todtmoos im südlichen Theile des Schwarzwaldes aufzutreten.

Die vulkanischen Gebilde bestehen aus Dolerit, Dolerit-Mandelstein, phonolitische und trachytische Gesteine, Basalt und Konglomerate; sie kommen im Kaiserstuhl vor, der auch durch viele Mineralien ausgezeichnet ist, Augit, Leucit, schwarzer Granat, Bitterkalk, Arragon, Hyalit.

Nephelinfels findet sich am Katzenbuckel unfern Eberbach, Phonolith in Hegau, ebenso Basalt, der auch am Wartenberg unfern Donau-Eschingen unter interessanten Verhältnissen auftritt.

Die Neptunischen Gebilde werden beschrieben als Alluvium und Diluvium, hierunter werden angeführt: Torf, Kalktuff, Löfs, Geröll-Ablagerungen, diluvianische Eisenerze; als Tertiär-Gebilde, hierunter Süfswasserkalk, Molasse. Dann folgen: Juraformation, Liasgruppe, Keuperformation, Muschelkalkformation, bunter Sandstein mit Gängen von Braun-Eisenstein bei den Umgebungen von Pforzheim, bei Bücheobronn und Liebeneck; Psilomelan, Eisenspath, Schwerspath, Flufsspath finden sich auf denselben.

Ferner werden aufgeführt: rothes Todt-Liegendes, Steinkohlengebirge, Grauwacke und Thonschiefer.

Die zweite Abtheilung enthält die Mineralien Badens systematisch — nach von Leonhard's Grundzügen der Oryktognosie — geordnet. Es sind hier 102 Mineralien angeführt.

Den Beschluſs machen einige Notizen über den Bergbau in Baden und eine chronologisch geordnete Uebersicht der mineralogischen, geognostischen und bergmännischen Literatur Badens.

Die geognostische Uebersichtskarte ist zweckmäſsig angeordnet und gewährt eine dem ganzen Werke passende Uebersicht der Verhältnisse.

v. D.

## Verbesserungen.

---

S. 135 Z. 1 v. u. Bohrhebels st. Bohrfuchs
- 137 Z. 4 v. o. männlichen st. nämlichen
- 139 Z. 5 v. u. $\frac{1}{8}$° st. $\frac{1}{4}$°
- 140 Z. 12 v. o. vermindert st. verwendet
- — Z. 15 v. u. leichtes st. lichtes
- 141 Z. 15 v. u. bis st. Fuſs
- — Z. 14 v. u. Verröhrung st. Verwahrung
- — Z. 3 v. u. oder st. der
- 145 Z. 1 v. u. Stützpunkt st. Stichpunkt
- 146 Z. 4 v. u. Gegenhub st. Gestängehub
- 147 Z. 8 v. o. = st. +
- 148 Z. 18 v. o. $p'$ st. $P'$
- 444 Z. 3 v. o. finden st. sind

# Anzeigen.

In allen Buchhandlungen ist zu haben:

## Leblanc, Walter, Flachat, Barrault und Petiet
## praktische Eisenhüttenkunde,

oder systematische Beschreibung des Verfahrens bei der Roheisenerzeugung, der Stabeisenfabrication, dem Giefsereibetriebe und der Stahlbereitung, nebst Angaben über die Anlage und den Betrieb der Eisenhütten. Begleitet von einem Atlasse der jetzt angewendeten Oefen, Maschinen, Apparate und Gezähe, welcher alle zur Ausführung von Anlagen erforderlichen Details enthält. Bearbeitet von Dr. Carl Hartmann.

Vierter und letzter Band in 6 Abtheilungen.
Erste Abtheilung mit 10 Planotafeln. Gr. 4.
2½ Rthlr. oder 4 fl. 30 Kr.

Mit diesem letzten Bande kommt ein Werk zum Schlusse, welches dermalen das neueste, gröfste und umfassendste über das Eisenhüttenwesen ist. Dieser Schlufsband ist ganz besonders wichtig für die Stabeisenfabrication, als den jetzt wichtigsten Zweig dieses Gewerbes, nicht weniger interessant aber auch für die Stahlfabrication. Dieses sind aber eben die beiden Branchen, in denen wir in Deutschland, gegen England, Belgien und Frankreich so bedeutend zurück sind, dafs dafür leider noch jedes Jahr Millionen dem deutschen Gewerbfleifse entzogen werden und in's Ausland gehen. Alsdann widmet sich dieser Schlufsband besonders auch demjenigen Theile des Hüttenwesens, der bisher noch in keinem Werke behandelt worden ist, nämlich dem Hüttenbau. Hierbei werden namentlich die Triebkräfte, Wasserräder, Dampfmaschinen, Bewegungsmittheilung, Walzendrehbänke, Winden, Krahne, sowie die allgemeine Einrichtung der Hütten etc., nach den neuesten Fortschritten gründlich beschrieben, abgebildet und erläutert. — Bei dem hohen Aufschwunge, den neuerdings das Hüttenwesen auch in den österreichischen und Zollvereinsstaaten nimmt (namentlich aber bei dem ungeheuern Bedarf an Bahnschienen und anderen Eisenbahnbedürfnissen), bei den Schutzzöllen, die es gegen das Ausland geniefst, mufs die Fortsetzung dieses grofsartigen Werkes allen Hütten-Besitzern und Officianten, die gleichen Schritt mit der Zeit halten, eine höchst erwünschte sein, da dessen Berücksichtigung gewissermafsen ihren wachsenden Wohlstand und den Flor ihrer Besitzungen bedingt; denn dieses Hauptwerk der Eisenhütten-Literatur hat sich bereits in und aufser Deutschland einen grofsen Ruhm erworben. Es wird allgemein für eine bedeutende Autorität und für ganz unentbehrlich gehalten und darf in keiner hüttenmännischen Bibliothek fehlen. Die

folgenden Abtheilungen dieses Schlussbandes, jede ebenfalls in 10 Druckbogen und 10 Planotafeln bestehend, werden dieser ersten so rasch folgen, als es das Lithographiren dieser grossen, oft sehr in verwickelte Details gehenden Tafeln und Zeichnungen nur irgend gestattet.

---

In allen Buchhandlungen ist zu haben:

**Combes Handbuch**

der

# Bergbaukunst,

deutsch von Dr. C. Hartmann. Zehnte und letzte Lieferung, 11 Bogen Text mit 19 Foliotafeln. Gr. 4. Weimar, Voigt. 2½ Rthlr. oder 4 fl. 30 Kr.

Da Viele, deren Aufmerksamkeit auf dieses Hauptwerk gerichtet war, durch Zweifel, ob es auch vollendet werden würde? von dessen Anschaffung abgehalten wurden, so wird die Erscheinung der obigen Schlusslieferung jetzt um so mehr Interesse für sie haben. Das ganz vollständige Werk in 2 Bänden (jeder von 5 Lieferungen) kostet nun 16 Thlr. oder 28 Fl.

---

Bei F. H. Nestler & Melle in Hamburg ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Controverse über die Frage: Was ist Mineral-Species? veranlasst durch die im Herbste 1845 beim Grundbaue der St. Nicolai-Kirche in Hamburg entdeckten Crystalle, nebst einer Charakteristik des Struvits in Hinsicht seines Vorkommens, seiner Crystallisation, seiner chemischen, physischen, optischen Verhältnisse etc. 4. geh. Preis 15 Sgr.

---

Bei Adolph Marcus in Bonn ist so eben erschienen:

**Lehrbuch**

der

**chemischen und physikalischen Geologie**

von

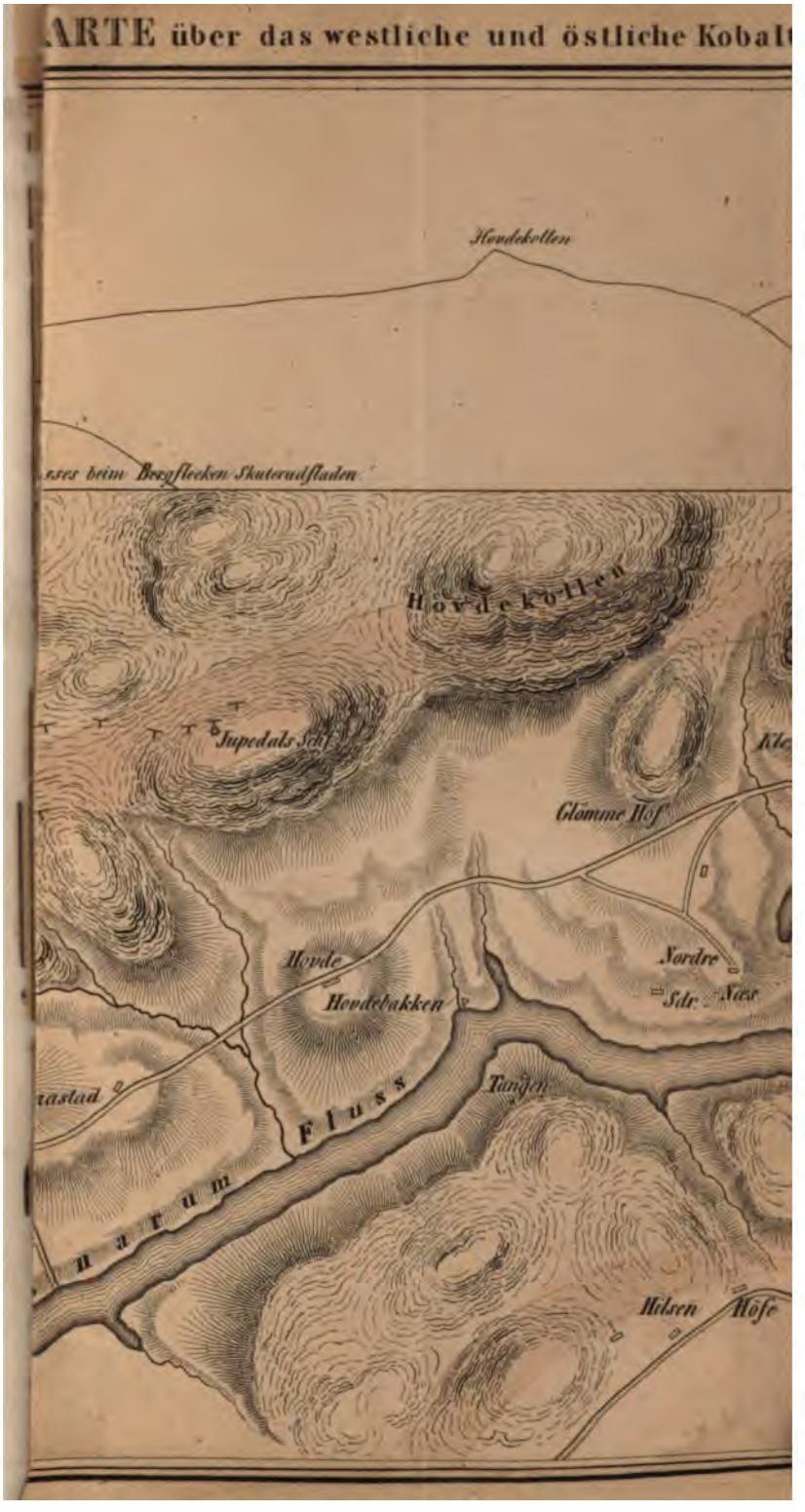
**Gustav Bischof.**

Ersten Bandes erste Abtheilung.

Mit 2 lithograph. Tafeln und 22 in den Text gedruckten Abbild. geh. Preis 2 Thlr.

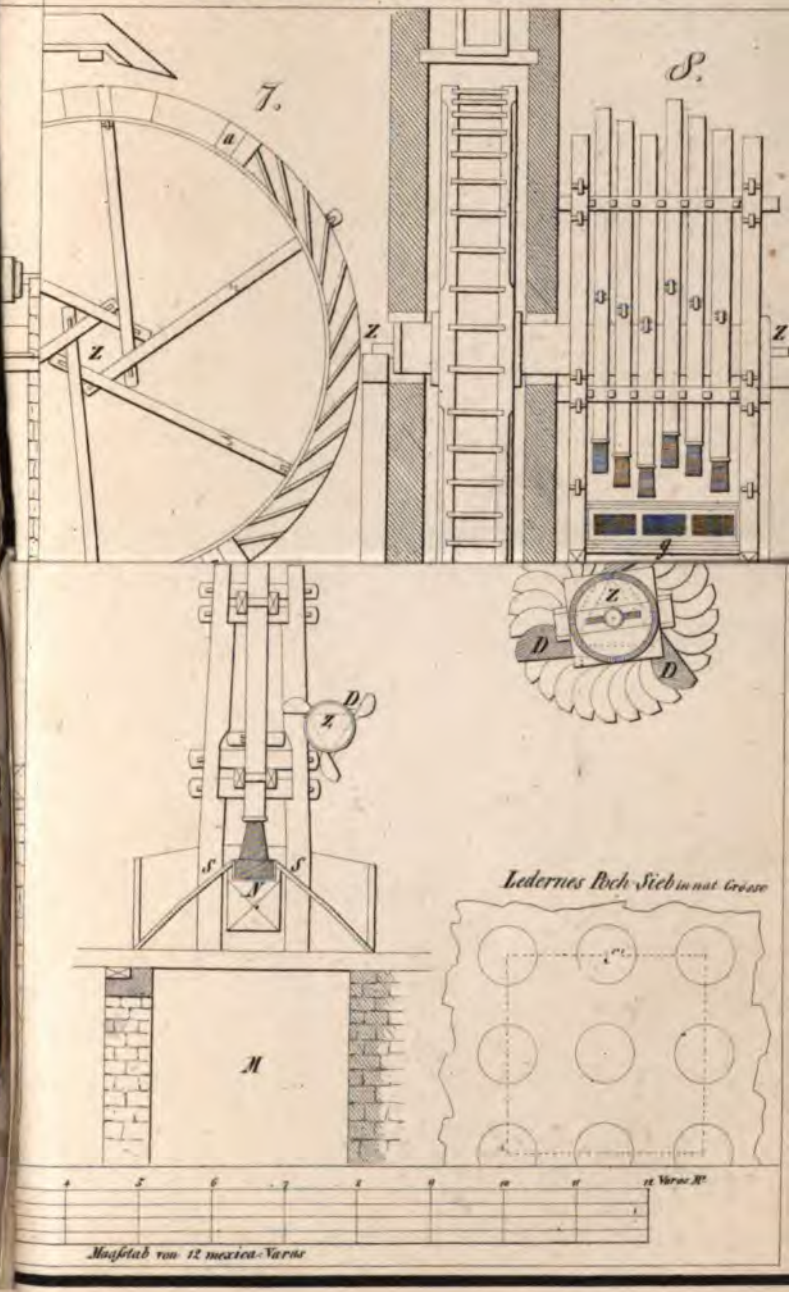
In Betreff des Inhalts dieses Buches verweisen wir auf den auf dem Umschlage der 1. Abth. abgedruckten Prospectus, in welchem auch der rühmlichst bekannte Verfasser über den Plan und den Gang seines Werkes näher ausgesprochen. Es wird sich daraus Jeder von der Wichtigkeit und Reichhaltigkeit desselben überzeugen.

Die zweite Abth. des 1. Bandes erscheint noch in diesem Jahre. Im nächsten Jahre wird das ganze Werk vollendet sein.


ARTE über das westliche und östliche Kobalt
Hovdekollen
sses beim Bergflecken Skuteradfladen
Hövdekollen
Jupedals Sch
Glomme Hof
Hovde
Hovdebakken
Nordre
Sdr. Næs
Tangen
Fluss
Hilsen
Höfe

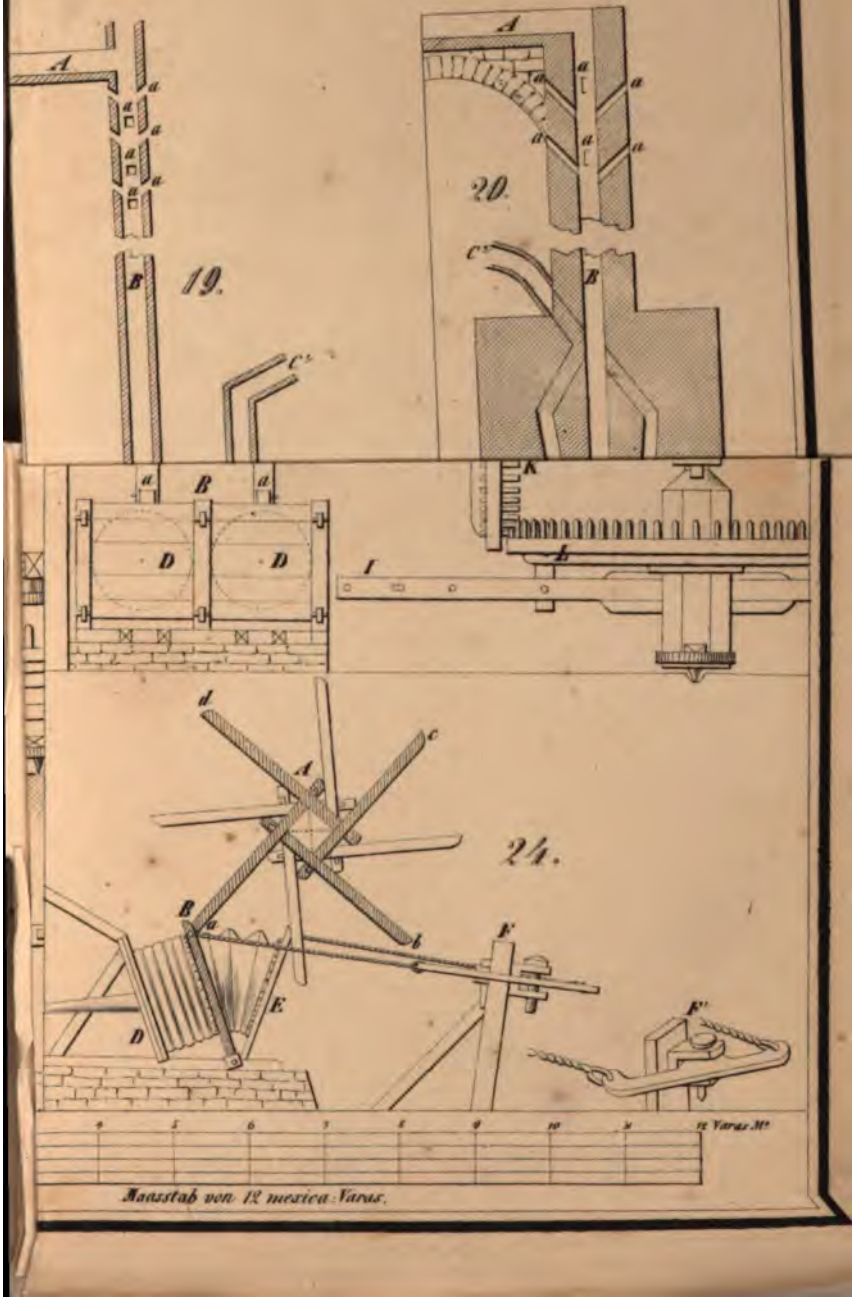
LIBRARY

# POCHWERCK. MORTERO.



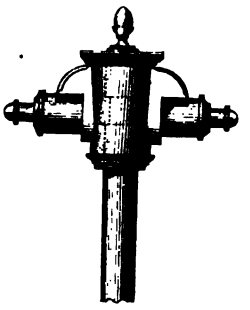
TAF. V.

# GEBLÆSE. SOPLO.



PUBLIC LIBRARY

*4.*



# Verbesserungen

## zu der siebenten Abhandlung in Bd. XX. des Archivs.

---

Seite 503 Zeile 8 v. u. statt Varietät lies Rarität
— 505 — 16 v. o. st. geschlossen l. geschossen
— 506 — 19 v. u. st. bald einfach l. bald einfach,
— 512 — 16 v. o. st. Stollen l. Rollen
— 512 — 19 v. o. st. Stollen l. Rollen
— 512 — 19 v. u. st. unausführliche l. ausführliche
— 512 — 2 v. u. st. kleinern l. kleinere
— 513 — 21 v. o. st. Stellen l. Stollen
— 513 — 3 v. u. st. nur l. nun
— 514 — 19 u. 20 v. o. st. geringe l. geringere
— 515 — 14 v. o. st. nachzufahren l. nachzuführen
— 516 — 13 v. u. st. Wasserwechsels l. Wetterwechsels
— 517 — 8 v. u. st. Stollen l. Rollen
— 519 — 12 v. o. st. Angriffe l. Angriff
— 524 — 4 v. o. st. Stollen l. Rollen
— 524 — 6 u. 7 v. o. st. Stollenfläche l. Rollenfläche
— 524 — 9 v. u. st. im l. ein
— 525 — 14 v. o. st. Stollen l. Rollen
— 526 — 9 v. o. st. Stollen l. Rollen
— 526 — 16 v. o. st. an l. nun
— 530 — 11 v. u. st. gehauenen l. ausgehauenen
— 533 — 8 v. u. st. Rollenkasten l. Rollenkosten
— 535 — 23 v. o. st. der l. dieser
— 535 — 4 v. u. st. den l. der
— 549 — 12 v. o. st. Gang schlechten l. Gangschlechten
— 550 — 5 v. u. st. Arbeiter l. Arbeiten
— 551 — 14 v. o. st. Wendung l. Mündung
— 553 — 17 v. u. st. gebrochenes l. gebreches
— 554 — 18 v. o. st. gebrochene l. gebreche
— 557 — 16 v. u. st. verderben l. verdorben
— 557 — 3 v. u. st. Verstofs l. Vorstofs
— 558 — 8 v. o. st. Verstofs l. Vorstofs
— 558 — 3 v. o. st. Keilhauer l. Keilhauen
— 567 — 1 v. u. st. Verfall l. Vorfall
— 569 — 9 v. u. st. plattere l. glattere
— 571 — 5 v. u. Anmerkung: Fertigkeit l. Festigkeit
— 571 — 3 v. u. Anmerkung: derselben l. denselben
— 571 — 2 v. u. Anmerkung: Anfall l. Unfall
— 574 — 3 v. o. st. besteht l. bestehen
— 575 — 17 v. u. st. gebrochenem l. gebrechem
— 575 — 9 v. u. st. gebrochenen l. gebrechen
— 577 — 4 v. o. st. hiergegen l. hingegen
— 581 Tabelle V. st. Zahl der geschärften Bohrlöcher l. Zahl der geschärften Bohrer
— 581 Tabelle V. st. gebrochenes l. gebreches
— 584 Zeile 4 v. u. Rubrik 3 von hinten, Tab. VII, st. 178 l. 17,8
— 585 — 1 v. u. st. Abbauarbeiter l. Abbauarbeiten
— 586 — 11 v. u. st. Anstand l. Umstand
— 588 — 17 v. o. st. derselben l. demselben

Seite 590 Zeile 5 v. o. st. Trag l. Trog
— 592 — 11 v. u. st. Pocherzen l. Pucherzen
— 594 — 16 v. o. st. Rollenkosten, l. Rollenkosten.
— 598 — 17 v. u. st. 155 l. 165
— 599 — 1 v. o. st. danach l. dennoch
— 599 — 5 v. o. st. 35 l. 25
— 599 — 12 u. 11 v. u. st. Uebergewicht l. Ueberwucht
— 606 — 15 v. u. st. wohin l. wofür
— 607 — 9 v. o. st. Räder, die l. Räder. Die
— 607 — 20 v. u. st. 4 Speichen von l. 4 Speichen sind vo
— 608 — 12 v. u. st. andern der deutschen l. andern deutsc
— 609 — 3 u. 4 v. o. „die Absicht war, die Bewegung zu leichtern und den Handelauf zu kon viren" muſs gestrichen werden
— 612 — 3 v. o. st. 118009 l. 118000
— 614 — 16 v. u. st. wieder l. minder
— 615 — 10 v. o. st. Stellen l. Stollen
— 616 — 1 v. o. st. Stollen l. Rollen
— 616 — 24 v. o. st. Stollen l. Rollen
— 617 — 13 v. o. „haben bisher" muſs gestrichen werden
— 617 — 14 v. o. „bisher" muſs gestrichen werden
— 617 — 17 u. 18 v. o. „pro 100 Ctr. haben bisher betrag muſs gestrichen werden
— 617 — 7 v. u. st. 100,00 Proc. l. 100,00
— 627 — 16 v. u. st. statistische l. statische
— 633 — 7 v. o. st. aus l. auf
— 633 — 11 v. u. st. 100,00 Proc. l. 100,00
— 633 — 2 v. o. st. 1,35 l. 1,55
— 633 — 1 v. u. st. 100,00 Proc. l. 100,00
— 634 — 13 v. o. st. Kosten l. Kasten
— 635 — 1 v. o. st. Kasten l. Kosten
— 635 — 6 v. o. st. 100,00 Proc. l. 100,00
— 636 — 5 u. 6 v. u. st. liegenden horizontalen l. liegender horizontaler
— 642 — 6 v. o. st. Kasten l. Kosten
— 644 — 8 v. o. st. trocknern l. trocknen
— 645 — 4 v. u. st. mehr vollständig l. mehr als vollständi
— 651 — 3 v. u. st. welchem l. welcher
— 655 — 15 v. o. st. 0,34 l. 0,54"
— 655 — 16 u. 17 v. o. st. nahern l. unsern
— 655 — 23 v. o. st. der l. dem
— 655 — 9 v. u. st. über l. in
— 659 — 11 v. u. st. je l. ja
— 659 — 5 v. u. st. den l. der
— 661 — 18 v. u. st. seine l. seiner
— 665 — 18 v. u. st. Ausbauarbeiten l. Abbauarbeiten
— 667 — 9 v. u. st. Haue- und Bohrereisen l. Zain- u Bohrereisen
— 674 — 11 v. o. st. dem l. den
— 678 — 11 v. o. st. 100,00 Proc. l. 100,00
— 679 — 17 v. o. st. heben l. haben

# Archiv

für

# Mineralogie, Geognosie, Bergbau

und

# Hüttenkunde.

---

Herausgegeben

von

**Dr. C. J. B. Karsten**

und

**Dr. H. v. Dechen.**

---

*Ein und Zwanzigsten Bandes erstes Heft.*

---

Mit zwei Kupfertafeln.

---

Berlin, 1846.
Bei G. Reimer.

# Anzeigen.

---

Bei G. Reimer in Berlin erschien so eben:

Ueber das

## Krystallisationssystem des Quarzes.

Eine in der Akademie der Wissenschaften gehaltene Vorlesung

von

*Gustav Rose.*

Mit 5 Kupfertafeln. geh. 1 Thlr. 10 Sgr.

---

Im Verlage von Ch. Th. Groos in Karlsruhe ist so eben erschienen:

Die erste Lieferung

der

zweiten, verbesserten und vermehrten Auflage

von

Dr. *Friedr. Aug. Walchner's*

Hofrath, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe

## Handbuch der Geognosie

zum Gebrauche

bei

*seinen Vorlesungen und zum Selbststudium*

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Großherzogthums Baden entworfen.

gr. 8. geheftet.

Dieser zweite Band der neuen Auflage des „Handbuchs der gesammten Mineralogie von Dr. F. A. Walchner" im Umfange von circa 30 Bogen Text nebst Holzschnitten und 11 — 12 (zum Theil colorirten) Folio-Steindrucktafeln, erscheint in 6 Lieferungen und wird binnen Jahresfrist vollendet sein.

Subscriptions-Preis jeder Lieferung 1 Fl. 20 Kr. rheinisch oder 20 Neugroschen.

---

Im Verlage der Unterzeichneten ist erschienen:

# Lehrbuch
der
# Geologie und Petrefactenkunde.

## Zum Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbstunterrichte.

Theilweise nach L. Elie de Beaumont's Vorlesungen an der Ecole des mines, von Dr. C. Vogt.

In zwei Bänden. Erster Band, in zwei Lieferungen.

Mit 388 Illustrationen in Holzstich. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis jeder Lieferung 1 Thlr. 5 Sgr.

Die Geologie ist, wie die Physik und Chemie, eine Wissenschaft des Tages geworden; sie hat einen weiten Kreis von Freunden gewonnen. Die Rinde des Planeten, welchen wir bewohnen, bietet einerseits so viele Schätze für die Industrie, andererseits so reiche Belehrung für den denkenden Menschen, dafs jeder Gebildete sich bestreben mufs, die Grundzüge einer Wissenschaft kennen zu lernen, welche, wie die Geologie, sich mit der Bildung und Entstehung unserer Erde beschäftigt.

Die Bearbeitung des oben genannten Lehrbuches durch ausgezeichnete wissenschaftliche Kräfte, die reiche Ausstattung durch zahlreiche und vortrefflich ausgeführte Holzstiche, und der verhältnifsmäfsig sehr billige Preis, werden ihm sicherlich eine grofse Zahl von Freunden unter den Praktikern — den Berg- und Hüttenmännern, — den Studirenden und Freunden der Wissenschaft im Allgemeinen, zuführen.

Braunschweig, Mai 1846.

Friedrich Vieweg und Sohn.

---

Bei mir erschien so eben und ist in allen Buchhandlungen vorräthig:

## Geognosie der deutschen Ostseeländer zwischen Eider und Oder (Holstein, Mecklenburg, Vor-Pommern, Rügen und Ukermark).

Unter Mitwirkung von Dr. G. A. Brückner, Ober-Medicinalrath, verfafst von K. Boll. Mit Abbildungen. 18 Bogen. geh. Preis 1⅞ Thlr.

C. Brünslow in Neubrandenburg.

# Anzeigen.


Bei G. Reimer in Berlin ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

## Lehrbuch
der
## Salinenkunde
von
*C. J. B. Karsten.*

Erster Theil:

Ueber das Vorkommen und die Gewinnung des Kochsalzes auf der Oberfläche der Erde.

3 Thlr. 20 Sgr.

Der zweite Theil ist unter der Presse.

---

Die
## Fortschritte der Physik
im Jahre 1845.

Dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

1. Jahrgang.
Redigirt von Dr. *G. Karsten.*

1. Abtheilung.
Enthaltend die allgemeine Physik und Akustik.

Geh. 25 Sgr.

---

## Untersuchungen über Trilobiten
von
*Ernst Beyrich.*

II. Stück.

Als Fortsetzung zu der Abhandlung:
„Ueber einige böhmische Trilobiten."

Mit 4 Kupfertafeln. gr. 4. Geh. 3 Thlr. 20 Sgr.

Bei C. F. Winter academische Verlagshandlung in Heidelberg ist so eben erschienen und in allen Buchhandlungen vorräthig:

## Die
# analytische Chemie,
tabellarisch dargestellt
von
## *Dr. Ludwig Posselt,*

Privatdocent an der Universität Heidelberg und General-Apothekenvisitator des Unterrheinkreises.

Hoch 4to. Geh. Kupferdruck-Velinpapier.

Preis 1 Thlr. 10 Sgr. — 2 Fl. 20 Kr. rhein. oder 2 Fl. Conv.-Mze.

---

In der Arnoldischen Buchhandlung in Dresden und Leipzig ist erschienen und in allen Buchhandlungen zu erhalten:

## Geognostische Karte von Thüringen,

als Fortsetzung der von der Königl. Sächsischen Regierung herausgegebenen Karte von Sachsen und mit Benutzung der von der Königl. Sächsischen Regierung veranstalteten Vorarbeiten bearbeitet und herausgegeben mit Unterstützung der Königl. Sächsischen, so wie der Großherzoglichen, Herzoglichen und Fürstlichen Regierung zu Weimar, Gotha, Meiningen, Rudolstadt und Sondershausen

bearbeitet von Dr. B. Cotta.

Section I. Rudolstadt.
Folio. 2 Thlr. 20 Sgr.

Section II. Meiningen.
Folio. 1 Thlr. 20 Sgr.

---

Bei Chr. Graeger in Halle ist so eben erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Ch. Lyell's Reisen in Nord-Amerika mit Beobachtungen über die geognostischen Verhältnisse der Vereinigten Staaten, von Canada und Neu-Schottland. Deutsch von Dr. E. Th. Wolff. Mit 2 colorirten geognostischen Karten und 9 Tafeln Abbildungen. 25½ Bogen gr. 8. cart. 2 Thlr. 20 Sgr.

---

Bei Vandenhoeck und Ruprecht in Göttingen ist erschienen:

Hausmann, J. F. L., Handbuch der Mineralogie. 2te Aufl. 2ten Theiles 3te Abtheil. gr. 8. 1 Thlr. 11¼ Sgr.

Sartorius v. Waltershausen, W., über die submarinen vulkanischen Ausbrüche in der Tertiär-Formation des Val di Noto in Vergleich mit verwandten Erscheinungen am Aetna. gr. 8. 11¼ Sgr.

---

# Inhalt.

## I. Abhandlungen.


Seite

1. K. F. Röbert, über das Modumer Blaufarbenwerk in Norwegen. . . . . 207
2. de Berghes, Beschreibung der Umtriebsmaschinen und mechanischen Vorrichtungen bei dem Berg- und Hüttenwesen in den vereinigten Freistaaten von Mexico bis zu dem Jahre 1825. . . . . 293
3. Dieck, Bemerkungen über die Förder- und Wasserhaltungs-Dampfmaschinen auf den Kohlen- Zinn- und Kupfergruben Englands und Schottlands. . . . 363
4. Steinbeck, über die Rechtsverhältnisse der Zumuthungen nach preußischen Berggesetzen, insbesondere in Schlesien. . . . . 439

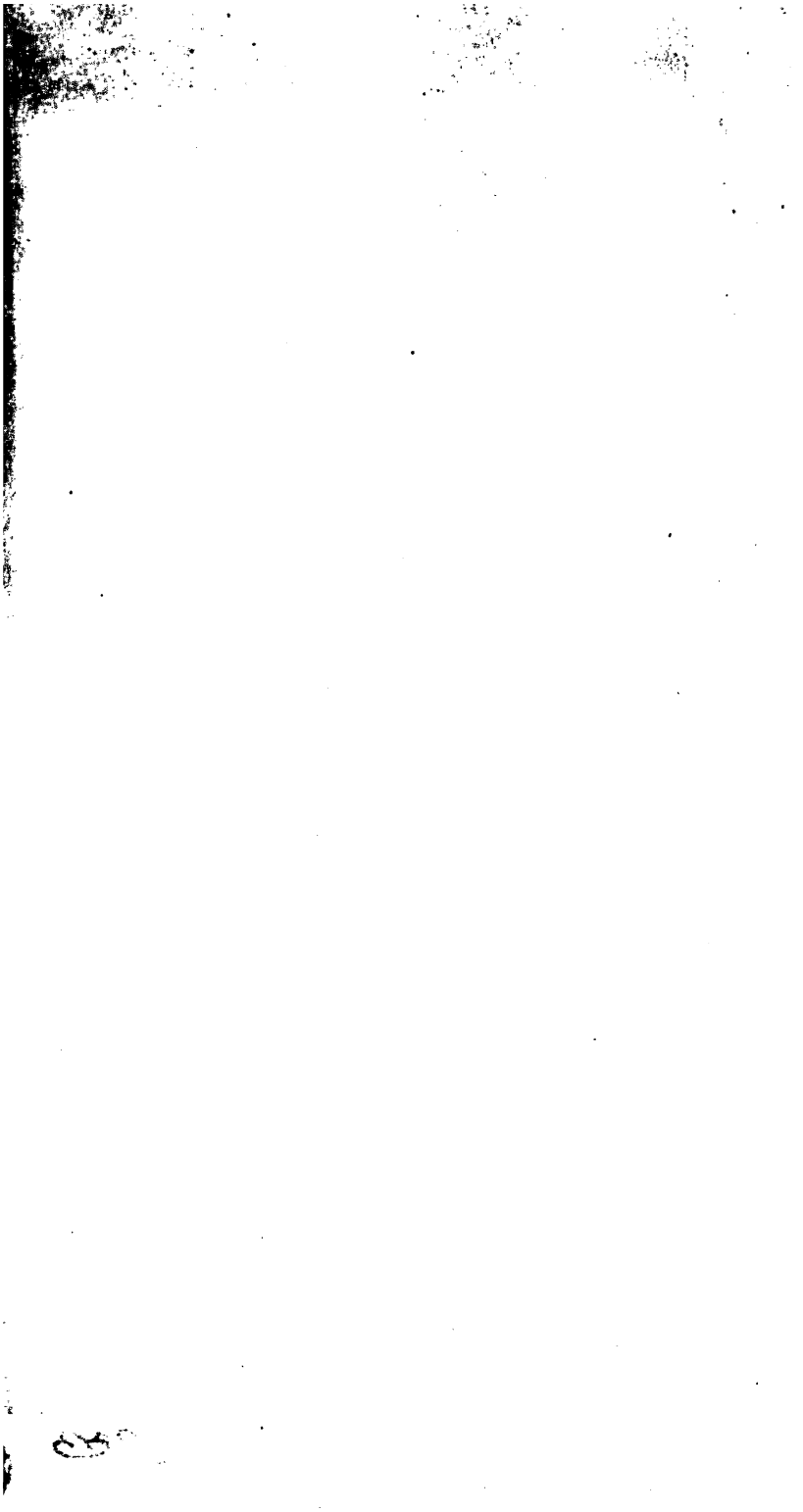

## II. Notizen.


1. C. J. B. Karsten, über die Steinsalzablagerung bei Stalsfurth und über das Vorkommen des Bosanit als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge. . . . . 457
2. Hausmann, über eine im Muschelkalk des Weser-gegend vorkommende von Kochsalz herrührende pseudomorphische Bildung im Muschelkalk. . . . . 484
3. C. J. B. Karsten, über die Carburete des Eisens. . . . . 500
4. Eck, Nachricht von der fast sechsjährigen Hüttenreise eines Koakskohofens in Oberschlesien. . . . . 504
5. Brand, über die Anwendung des bei Gasen gereinigten Kohleisens auf den Eisengießereien. . . . . 511
6. Mineralienverkehr. . . . . 517


## III. Literatur.


1. W. Dunker und H. v. Meyer Beiträge zur Naturgeschichte der Vorwelt. I. Band 1ste Lieferung. . . . . 51
2. Barrande, notice préliminaire sur le système silurien et les trilobites de Bohême. . . . . 52
3. G. Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. . . . . 53
4. Memoirs of the geological survey of Great Britain and of the Museum of economic Geology in London. . . . . 54
5. Leonhard, geognostische Skizze des Großherzogthums Baden. . . . . 55

Verbesserungen in Bd. 21. . . . . 57



HE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

book is under no circumstances to be
taken from the Building